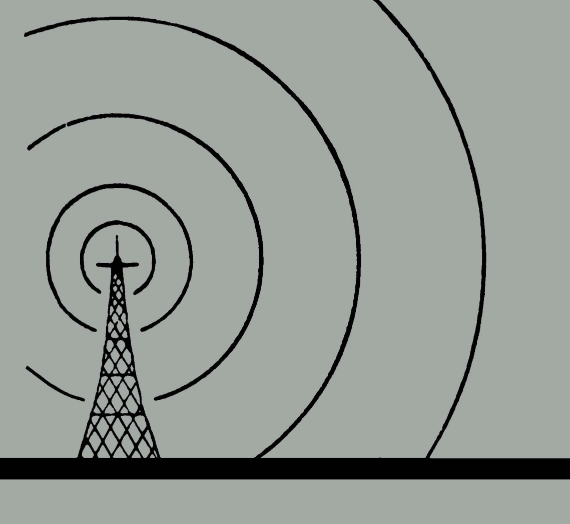


С. М. ГЕРАСИМОВ

КАК ЧИТАТЬ РАДИОСХЕМЫ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

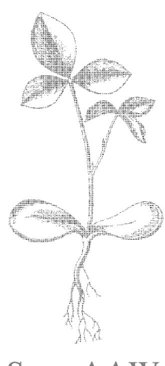
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 9

С. М. ГЕРАСИМОВ

КАК ЧИТАТЬ РАДИОСХЕМЫ

ИЗДАНИЕ ЧЕТВЕРТОЕ,
ЗАНОВО ПЕРЕРАБОТАННОЕ







ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1948 ЛЕНИНГРАД

Редактор Д. А. Конашинский *Техред А. Д. Чаров*

Сдано в набор 29/I 1948 г. Подписано к печати 14/IV 1948 г.
Объем 7 п. л. 6,5 уч.-авт. л. Тираж 100 000 экз.
Формат бумаги $84 \times 108^{1}/_{32}$. Знаков в п. л. 37 140.
А-[illegible] 199 Зак. тип. 1023

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., д. 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ

Схематическим рисунком или схемой называется рисунок, на котором специальными условными обозначениями изображены принципы устройства того или иного прибора и указано взаимное расположение отдельных деталей устройства и порядок их соединения между собой. Чем меньше подробностей в данном чертеже, чем он проще, «схематичнее», тем легче выделить в нем то главное и принципиальное, что относится к устройству аппарата в целом, и подметить те черты, которые составляют его принципиальную схему. Поэтому для составления принципиальных схем применяют наиболее упрощенные и схематизированные изображения отдельных деталей, но все же так, чтобы эти изображения, по возможности, отражали основные принципиальные внутренние черты устройства данной детали. В отличие от принципиальных схем монтажные схемы предназначены для изображения конструктивных особенностей аппарата и указания местонахождения отдельных деталей. В монтажных схемах детали изображают несколько упрощенно, но все же примерно так, как они выглядят в действительности, поэтому, имея перед собой, монтажную схему и набор самих деталей, радиолюбитель может разобраться в том, где какая деталь располагается.

Умение читать схемы является непременным условием для овладения радиотехникой, для ликвидации радионеграмотности. Настоящая книжка и имеет целью помочь радиолюбителю в этом направлении. Чтобы облегчить радиолюбителю запоминание условных обозначений, а главное, чтобы при рассмотрении схемы он сразу отчетливо представлял себе устройство и основные черты тех элементов и деталей, которые он видит, на рисунке наряду с условными обозначениями приводятся и указания об устройстве самих элементов. Это поможет любителю не только быстрее и увереннее, но главное сознательнее читать схемы.

Четвертое издание книги «Как читать радиосхемы» выходит десять лет спустя после третьего издания. За истекшее время техника радиосвязи и радиовещания проделала большой путь. Появились совершенные по своим схемам и конструкции радиовещательные передатчики и приемники. Получило большое развитие радиовещание на коротких волнах. Развивается телевидение и радиовещание на ультракоротких волнах. Но совершает ошибку тот, кто считает теперь началом пути радиолюбителя современный супергетеродинный радиоприемник. Опыт показывает, что ни детекторный радиоприемник, ни простой ламповый радиоприемник нельзя исключить из арсенала начинающего радиолюбителя. Следовательно, начинать изучение радиосхем и накопление опыта работы с ними непосредственно со сложных схем будет неправильно. Поэтому в настоящем издании оставлен без изменений метод постепенного усложнения радиосхем.

Всюду, где это оказывалось необходимым, произведена замена устаревших обозначений новыми; вышедшие из употребления радиодетали и лампы изъяты и также заменены новыми.

Мы надеемся, что внимательный и вдумчивый читатель сделает полезные замечания.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к четвертому изданию 3

РАДИОДЕТАЛИ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Введение 7
Катушка индуктивности 10
Катушка индуктивности в колебательном контуре 11
Вариометр 12
Дроссели 12
Трансформаторы 13
Трансформатор с переменной связью 16
Громкоговорители 17
Головной телефон 19
Адаптер 19
Микрофон 20
Звонок и зуммер 21
Емкость 22
Конденсатор постоянной емкости 23
Конденсатор переменной емкости 24
Сопротивление 25
Соединительный провод 26
Экран 27
Антенна и заземление 28
Источники питания 28
Батареи и аккумуляторы 29
Сеть постоянного тока 30
Сеть переменного тока 30
Предохранитель 30
Электроизмерительные приборы 31
Гальванометр 31
Амперметр 31
Вольтметр 32
Электрическая лампа 33
Неоновая лампа 33
Электронно-лучевая трубка 34
Фотоэлемент 34
Электронные лампы 35
Трехэлектродные лампы (триоды) 36
Четырехэлектродные лампы (тетроды) 36

Пятиэлектродные лампы (пентоды) 37
Семиэлектродные или пятисеточные лампы (пентагриды или гептоды) 38
Двойные диод-триоды 38
Двойной диод-пентод 38
Двойные триоды 39
Ртутный выпрямитель 39
Тиратрон 39

ПРОЧИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОСХЕМ

Кристаллический детектор 39
Коммутаторы 41
Различные детали 42

РАСШИФРОВКА РАДИОСХЕМ

Детекторный радиоприемник 42
Детекторный радиоприемник по сложной схеме 43
Радиоприемник с вариометром 45
Усилитель низкой частоты 47
Усилители на сопротивлениях и дросселях 51
Одноламповые радиоприемники 53
Одноламповый регенератор 54
Двухламповый регенератор 55
Схема включения пентода в каскаде усиления высокой частоты . . 56
Схема включения пентода в каскаде усиления низкой частоты . . . 57
Схема включения громкоговорителя 57
Радиоприемники прямого усиления 58
Выпрямители 62
Однополупериодные выпрямители 62
Двухполупериодные выпрямители 63
Выпрямитель без трасформатора 63
Схемы включения ламп с накалом от переменного тока 64
Схема радиоприемника, питаемого от сети переменного тока . . . 65
Схема включения пентагрида и триод-гексода 68
Схема включения лампы ДДТ 70
Схема включения ДДП 71
Включение двойного триода (ДТ) 71
Индикатор настройки 72
Об упрощениях в начертании схем 73
Супергетеродинные радиоприемники 74
Супергетеродин с питанием от сети переменного тока 78
Схема включения микрофона 84
Схема включения адаптера 84
Ламповый вольтметр 84
Схема включения ртутного выпрямителя 85
Включение элементов электрических цепей 86
Схемы радиогенераторов и радиопередатчиков 86
Заключение 93
Условное об значение приемников прямого усиления 94
Марки проводов 94
Приставки для обозначения кратных и дробных единиц 95

ПРИЛОЖЕНИЕ

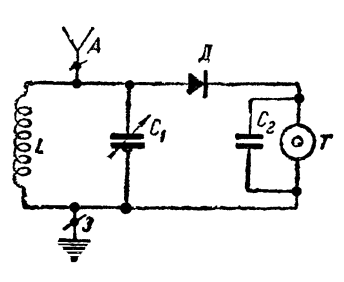
I—IV. Графические обозначения, встречающиеся в нашей отечественной радиолитературе 96

РАДИОДЕТАЛИ И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Введение. Наиболее полные сведения о принципах устройства всякого радиоаппарата дает его схема. Легко заметить, что всякая схема состоит из определенного числа элементов — обозначений, которые повторяются в самых различных комбинациях. Каждому из обозначений соответствует та или иная радиодеталь, а определенное сочетание этих обозначений означает вполне определенное сочетание радиодеталей, а следовательно, тот или иной радиоаппарат. На фиг. 1 изображена принципиальная схема детекторного приемника, а на фиг. 2—радиодетали и способ их соединения в этом приемнике. Внешний вид детекторного приемника показан на фиг. 3. Детекторный приемник является первым аппаратом, с которым обычно встречается радиолюбитель.

На фиг. 4 изображена схема одноlампового приемника, а на фиг. 5—детали и порядок их соединения между собой в соответствии с принципиальной схемой фиг. 4.

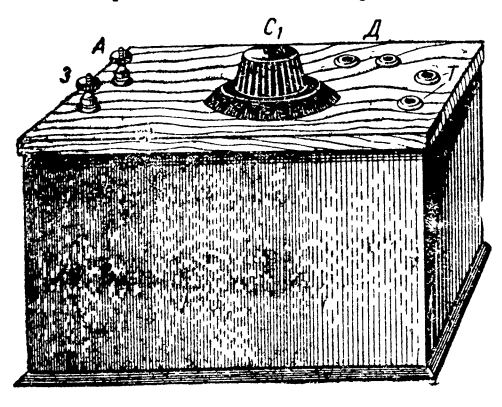
На страницах радиожурналов радиолюбитель не раз видел схемы сложных многоламповых приемников. Разобраться в этих схемах значительно труднее, чем в схемах, упомянутых выше. Эта трудность вытекает из того, что увеличилось число деталей, усложнились и стали более разнообразны способы их соединения. Кроме того, в сложном радиоприборе помимо явных взаимосвязей отдельных деталей часто проявляется так называемое «паразитное» взаимодействие некоторых деталей, т. е. проявляются такие связи между отдельными элементами схемы, которые самой идеей схемы не предусмотрены. На схеме



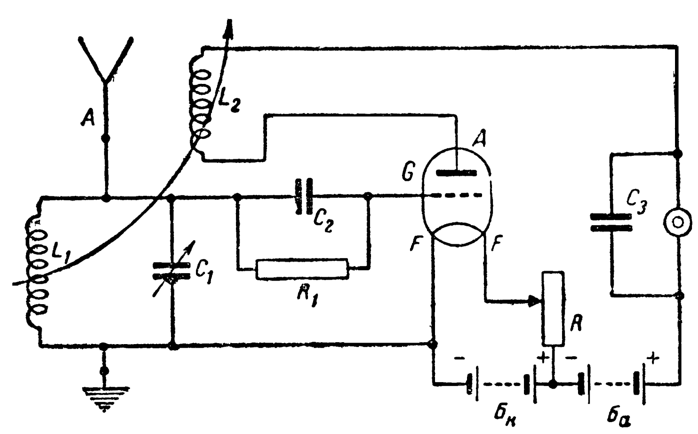
Фиг. 1. Принципиальная схема детекторного радиоприемника.

Фиг. 2. Радиодетали, соединенные в соответствии со схемой фиг. 1.

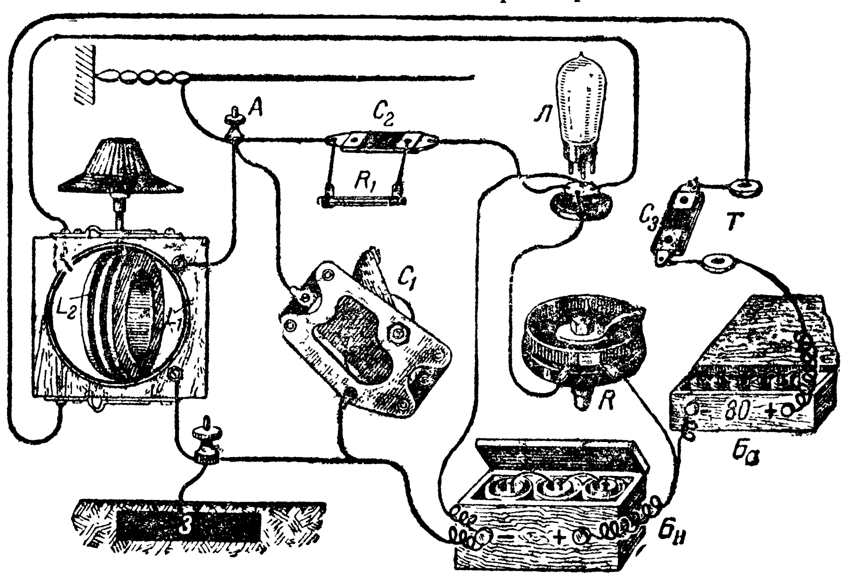
возможность появления этих «паразитных» взаимодействий непосредственно не отражается. Поэтому, чем сложнее схема, тем хуже в ней отображаются действительное взаимодействие и связь между отдельными элементами схемы. Чтобы восполнить то, что не отображено схемой, нужно хорошо знать принципы действия радиодеталей и схем в целом.



Фиг. 3. Внешний вид детекторного радиоприемника, собранного по схеме фиг. 1. Все радиодетали смонтированы внутри ящика. Снаружи видна лишь ручка, вращающая конденсатор переменной емкости C_1, гнезда для детектора Д, телефона Т, зажимы антенны А и заземления З.



Фиг. 4. Схема одноламповой радиоприемника.

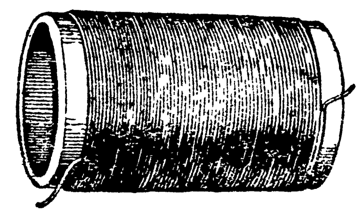


Фиг. 5. Радиодетали и порядок их соединения в соответствии со схемой фиг. 4.

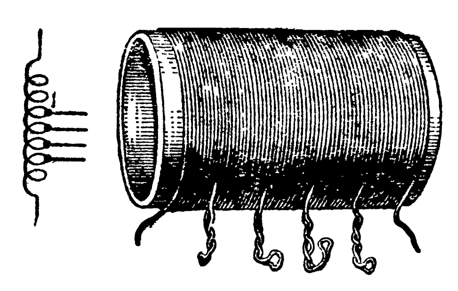
Остановимся несколько подробнее на этом вопросе. В радиоаппарате детали соединяются проводниками в некотором определенном порядке. На схеме этот порядок соединения отдельных элементов указывается нанесением на схему соеди-

няющих их проводников, которые изображаются линиями. Однако, соединив детали по схеме, мы не всегда получим удовлетворительную работу аппарата. Собирая радиоприемник по определенной схеме, детали необходимо расставлять определенным образом, например, избегая взаимной близости некоторых из них, устраняя взаимное влияние деталей помещением между ними экранов и т. п. Это необходимо потому, что каждый проводник, каждая деталь приемника находятся под определенным напряжением и несут электрический ток; следовательно, вокруг всякого проводника в приемнике образуется электрическое и магнитное поле; переменное же электрическое или магнитное поле, действуя на другой проводник, создает в нем электрические токи. Поэтому при необдуманном расположении детали можно создать между отдельными элементами схемы крайне вредные связи. Чтобы избежать этого, нужно знать физическую сущность каждой детали и роль ее поведения в схеме. Только в этом случае можно отчетливо представить себе, как следует расположить детали, чтобы между ними не было вредных связей и взаимных влияний. Поэтому мы рассмотрим последовательно все те элементы, из которых составляется всякий радиоаппарат, при этом схематическое обозначение этого элемента будем увязывать с его физической сущностью и устройством.

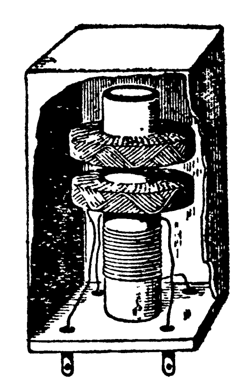
Катушка индуктивности. Во всяком проводнике, несущем изменяющийся по величине ток, вследствие влияния собственного изменяющегося магнитного поля образуется электродвижущая сила, препятствующая изменению этого тока. Это явление носит название и н д у к т и в н о с т и. Индуктивность обычно обозначается буквой L и измеряется либо в генри (*гн*), либо в сантиметрах (*см*). 1 *гн*=10^9 *см*, 1 *гн*=1 000 миллигенри (*мгн*)= 1 000 000 микрогенри (*мкгн*). Если проводник намотан в виде катушки, то при прочих равных условиях магнитное поле вокруг проводника и самой катушки возрастает, и индуктивность проявляется значительно сильнее. Такая катушка называется к а т у ш к о й и н д у к т и в н о с т и или просто к а т у ш к о й. Обозначение катушки в схемах указано на фиг. 6 слева; справа изображена сама катушка цилиндрического типа.



Фиг. 6. Катушка и ее обозначение на принципиальных схемах.



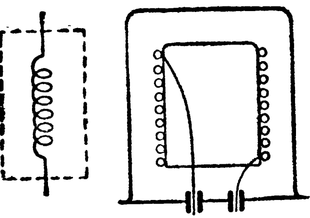
Фиг. 7. Катушка с отводами и ее обозначение на радиосхемах.



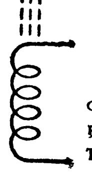
Фиг. 8. Катушка в металлическом чехле-экране.

Катушка индуктивности в колебательном контуре. Для колебательных контуров в радиоаппаратуре используются катушки индуктивности самых различных конструкций. Если катушка не имеет отпаев (отводов) от витков (катушка без отводов), то независимо от конструкции, т. е. является ли она цилиндрической однослойной или многослойной, корзиночной, сотовой и т. п., на принципиальной схеме она обозначается так, как указано на фиг. 6. Если катушка имеет отводы, то ее обозначение на схеме показано на фиг. 7 слева.

Образующееся вокруг катушки магнитное поле может воздействовать на другие катушки радиоаппарата, что в некоторых случаях приводит к нежелательным явлениям. Чтобы ослабить влияние магнитного поля катушки на окружающие цепи, ее заключают в металлический экран. Катушка в экране изображена на фиг. 8. Обычно она обозначается на схеме так же, как и катушка без экрана, хотя иногда применяется обозначение, указанное на фиг. 9 слева.



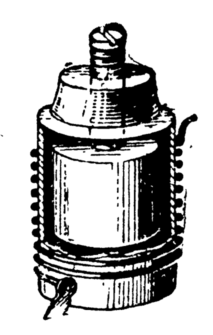
Фиг. 9. Обозначение помещенной в экран катушки. Справа схематически изображен ее разрез.



Фиг. 10. Обозначение катушки с высокочастотным сердечником.



Фиг. 11. Обозначение катушки с выдвигающимся высокочастотным сердечником.

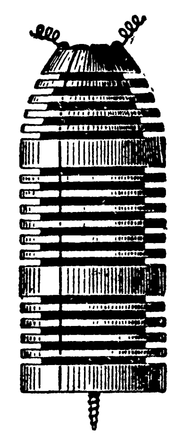


Фиг. 12. Катушка с выдвигающимся высокочастотным сердечником.



Фиг. 13. Вариометр и его обозначение на радиосхемах.

Справа показан вариометр, выполненный в виде двух цилиндрических катушек, одна из которых вращается внутри другой.



Фиг. 14. Внешний вид многослойного дросселя без железного сердечника.

В некоторых случаях применяются катушки с высокочастотными сердечниками, увеличивающими индуктивность на высоких частотах. Условное обозначение такой катушки приведено на фиг. 10. Для возможности изменения индуктивности катушки сердечник делают выдвигающимся. Условное обозначение катушки с выдвигающимся высокочастотным сердечником приведено на фиг. 11. На фиг. 12 показана конструкция такой катушки.

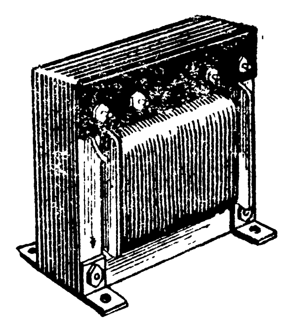
Вариометром называются катушки, конструкция которых допускает плавное изменение величины индуктивности. Условно вариометр независимо от его конструктивного оформления, обозначают так же, как и катушку, но со стрелкой (фиг. 13). Обычно вариометр состоит из двух катушек, соединенных последовательно (редко — параллельно); одна из катушек выполняется в виде ротора, вращающегося внутри другой катушки, называемой статором. Иногда от статора делаются отводы, которые обозначаются на схеме так же, как и отводы от обычной катушки (фиг. 7).

Дроссели. Катушка, включенная в электрическую цепь для увеличения сопротивления цепи переменному току, называется дросселем. Схематическое обозначение дросселя ничем не отличается от обозначения катушки, но иногда рядом с обо-

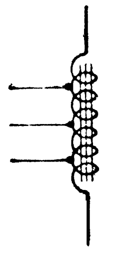
значением ставится значок «Др». Чем меньше частота тока, для которой предназначен дроссель, тем больше должна быть его индуктивность, чтобы он создавал этому току достаточно большое сопротивление. Поэтому дроссели для ультракоротких волн выполняются преимущественно в виде однослойных цилиндрических катушек, дроссели же для средних и длинных волн выполняются обычно в виде многослойных секционированных катушек (фиг. 14). Дроссели низкой частоты для повышения их индуктивности имеют железный сердечник, и тогда они обозначаются так, как указано на фиг. 15. Внешний вид дросселя с железным сердечником показан на фиг. 16. Дроссели (показанный, например, на фиг. 14 или выполненный в виде цилиндрической катушки) имеют вне пределов самой катушки заметное магнитное поле. В дросселе с железным сердечником магнитное поле сосредоточено, главным образом, в сердечнике, но все же часть этого поля выходит за пределы сердечника; поэтому дроссели располагают в любом радиоаппарате с учетом этого магнитного «потока рассеяния».



Фиг. 15. Обозначение дросселя с железным сердечником.

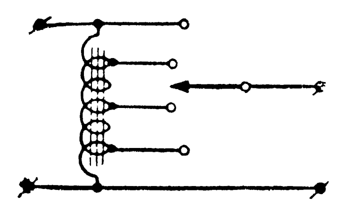


Фиг. 16. Внешний вид дросселя с железным сердечником.



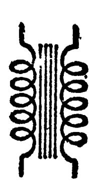
Фиг. 17. Обозначение имеющего отводы дросселя с железным сердечником.

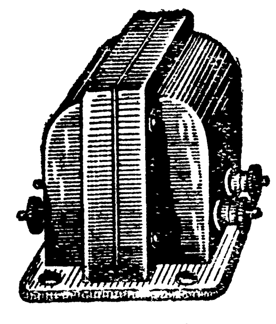
Дроссель с железным сердечником, имеющий отводы от витков, на схемах обозначается, как указано на фиг. 17. Включение дросселя с отводами в схему указано на фиг. 18. Такой прибор называется «автотрансформатором».



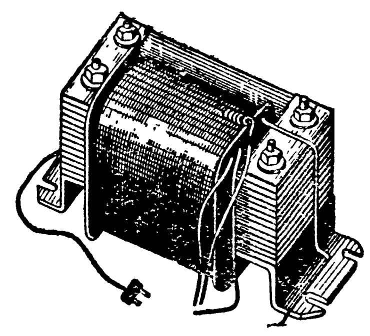
Фиг. 18. Схема включения автотрансформатора.

Трансформаторы. Если магнитное поле одной катушки пересекает витки другой катушки, то эти катушки индуктивно связаны. Если

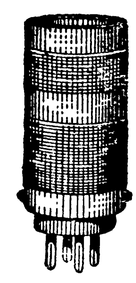




Фиг. 19. Внешний вид трансформатора с железным сердечником.



Фиг. 21. Силовой трансформатор, включаемый в сеть переменного тока.



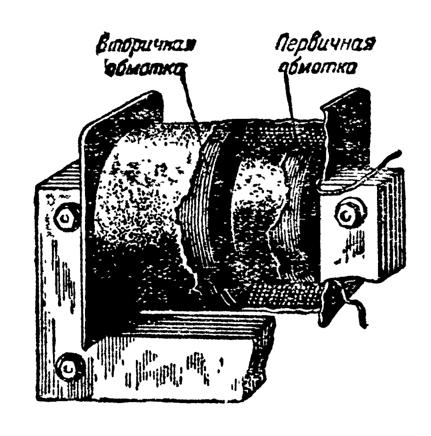
Фиг. 20. Конструкция трансформатора высокой частоты и его обозначение.

магнитное поле первой катушки является переменным (по катушке проходит переменный ток), то во второй катушке будет наводиться некоторая электродвижущая сила. Если обмотку второй катушки включить на сопротивление, то в этой цепи появится электрический ток. Таким образом, часть энергии из первой катушки может быть передана во вторую.

Две индуктивно связанные катушки являются простейшим трансформатором без железного сердечника. Чтобы усилить магнитное взаимодействие между катушками, их насаживают на общий железный сердечник. Трансформатор с железным сердечником и его условное обозначение показаны на фиг. 19. Трансформаторы с железным сердечником применяются в цепях, несущих низкую частоту.

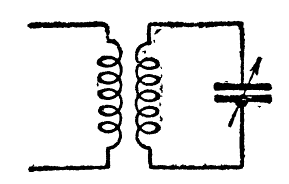
На фиг. 20 приведена конструкция трансформатора без железного сердечника. Эти трансформаторы используются в цепях, несущих высокую частоту.

Если трансформатор имеет больше двух обмоток, то все они также изображаются на схеме; на ней же обозначаются и все отводы от обмоток трансформатора. На фиг. 21 изображен так называемый «силовой трансформатор» для питания приемников от сети переменного тока. Одна из обмоток трансформатора присоединяется к источнику переменного тока и называется первичной обмоткой трансформатора; все

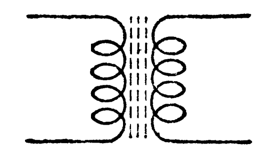


Фиг. 22. Трансформатор низкой частоты в разрезе.

На рисунке видна первичная обмотка, намотанная первой на каркасе, в свою очередь сидящем на железном сердечнике. Вторичная обмотка намотана поверх первичной и отделена от последней прокладкой из картона.



Фиг. 23. Обозначение трансформатора высокой частоты с настроенной вторичной обмоткой.



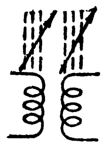
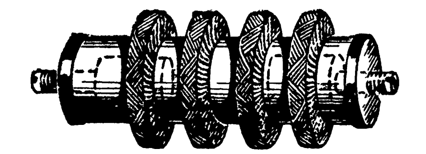
Фиг. 24. Обозначение трансформатора высокой частоты с высокочастотным сердечником.

остальные обмотки называются вторичными. Напряжение во вторичной обмотке будет больше напряжения первичной, если число витков вторичной обмотки больше числа витков первичной. Если же число витков вторичной обмотки меньше числа витков первичной обмотки, то и напряжение во вторичной обмотке будет меньше, чем в первичной. Степень повышения (или понижения) напряжения, которое дает трансформатор, характеризуется коэффициентом трансформации и обозначается дробью, например, 1 : 3.

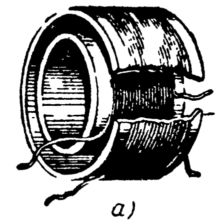
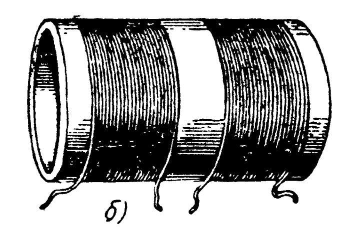
На фиг. 22 показан в разрезе трансформатор низкой частоты (с железным сердечником).

Если обмотки первичная или вторичная или обе сразу настраиваются с помощью конденсаторов в резонанс с частотой трансформируемого тока, то такой трансформатор называется настроенным трансформатором. Трансформатор с настроенной вторичной обмоткой схематически изображен на фиг. 23. Такая комбинация часто встречается как в детекторном, так и в ламповом приемнике.

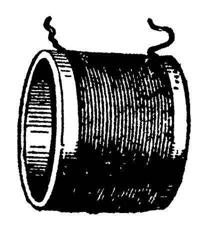
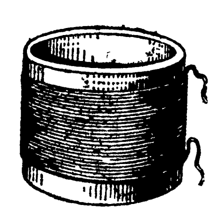
В трансформаторах высокой частоты применяются иногда высокочастотные сердечники. Обозначение трансформатора с высокочастотными сердечниками приведено на фиг. 24. В большинстве случаев сердечники делаются вы-

Фиг. 25. Обозначение и конструкция трансформатора высокой частоты с выдвигающимися сердечниками.

Фиг. 26. При указанном на рисунке взаимном расположении катушек индуктивная связь между ними наибольшая.

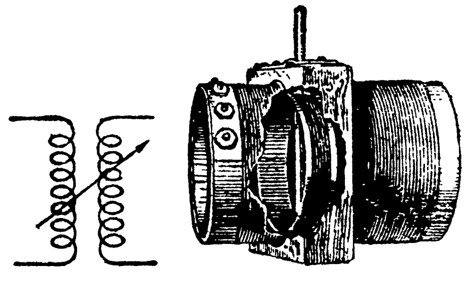
Фиг. 27. Наименьшая связь двух катушек, расположенных рядом (катушки расположены под углом 90°).

двигающимися. Обозначение и конструкция трансформатора с выдвигающимися сердечниками приведены на фиг. 25.

Напряжение и сила тока вторичных обмоток трансформатора существенно зависят от того, насколько они сильно связаны с первичной обмоткой. Наибольшую связь имеют трансформаторы с железным сердечником. Величина связи в трансформаторах без железного сердечника существенно зависит от близости расположения первичной обмотки ко вторичным и от расположения их осей. Наибольшая связь будет при совпадении направления осей первичной обмотки с вторичной (фиг. 26), наименьшая же связь — при расположении, показанном на фиг. 27. Поэтому если связь между катушками нежелательна, то их следует располагать так, как указано на фиг. 27. Это же правило полностью относится и к случаю, когда нежелательна связь между двумя трансформаторами или дросселями.

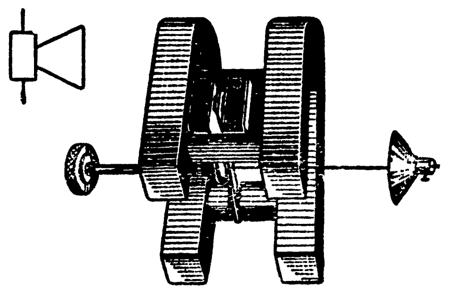
Трансформатор с переменной связью служит для плавного изменения индуктивной связи между какими-либо двумя цепями, например, между цепями сетки и анода регенеративного приемника. В этом случае одна из обмоток (обычно статор) является катушкой колебательного контура, а другая

(обычно ротор) включается в цепь анода лампы, т. е. используется в качестве катушки «обратной связи». Вращением ротора изменяется связь между катушками, т. е. регулируется величина обратной связи. Трансформатор с переменной связью и его схематическое обозначение изображены на фиг. 28. Раньше трансформатор с переменной связью иногда называли «вариокуплером».

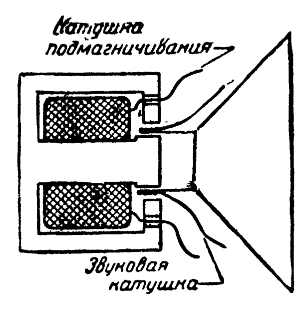


Фиг. 28. Трансформатор с переменной связью и его обозначение.

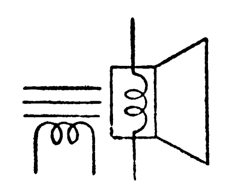
Громкоговорители. Проходящий по катушке ток создает магнитное поле, которое действует с определенной силой на железные или стальные массы или на другую катушку, по которой также проходит ток. Это обстоятельство используется в телефонах и большинстве громкоговорителей. Электрический ток звуковой частоты, питающий обмотку громкоговорителя, приводит в движение железный якорь или катушку и связанную с ними мембрану (или диффузор), которые создают в воздухе соответствующие звуковые волны. Существует несколько типов громкоговорителей. Громкоговорители с постоянным магнитом и железным вибратором (якорем) называются электромагнитными. На фиг. 29 показано внутреннее устройство электромагнитного громкоговорителя. Вверху рисунка дано его схематическое обозначение. Громкоговорители, в которых вместо якоря приводится в движение легкая подвижная катушка, питаемая током звуковой частоты, называются электродинамическими громкоговорителями или кратко «динамиками». Устройство динамика схематически изображено на фиг. 30. Схематическое его изображение показано на фиг. 31. Сильное постоянное магнитное поле в динамиках обычно создается катушкой подмагничивания,



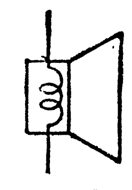
Фиг. 29. Устройство электромагнитного громкоговорителя и его обозначение.



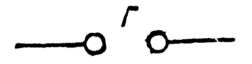
Фиг. 30. Разрез динамика, иллюстрирующий его внутреннее устройство. Звуковая катушка жестко связана с диффузором (чертеж не в масштабе).



Фиг. 31. Обозначение динамика.



Фиг. 32. Обозначение динамика с постоянными магнитами.



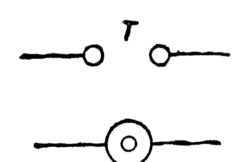
Фиг. 33. Обозначение места включения громкоговорителя.

схематическое изображение которой указано на фиг. 31. В некоторых типах динамиков сильное постоянное магнитное поле создается постоянными магнитами (катушка подмагничивания отсутствует). Обозначение таких динамиков показано на фиг. 32.

Помимо диффузорных громкоговорителей существуют еще рупорные. Они имеют мембрану относительно малого размера и снабжены рупором. Коэффициент полезного действия таких громкоговорителей значительно выше, чем диффузорных. Они применяются для звукофикации больших помещений, улиц и площадей.

Громкоговорители бывают низкоомные и высокоомные в зависимости от сопротивления звуковой катушки токам звуковой частоты. Если это сопротивление выше 1 000 *ом*, то громкоговоритель называется высокоомным. Высокоомные громкоговорители могут включаться в анодную цепь непосредственно. Низкоомные громкоговорители, как правило, включаются через «выходной» трансформатор. Исключением из этого правила является лишь их включение в низкоомные проволочные вещательные (трансляционные) сети.

Громкоговорители различаются также потребляемой ими при нормальной нагрузке мощностью. Электромагнитные громкоговорители потребляют мощность порядка 50 *мвт*. Динамики индивидуального пользования — 100—500 *мвт*, динамики коллективного пользования (для звукового кино, уличные) — десятки ватт. Вместо обозначения самого громкоговорителя в схемах часто ограничиваются указанием того места, куда должен быть



Фиг. 34. Обозначение места включения телефона и обозначение телефона.

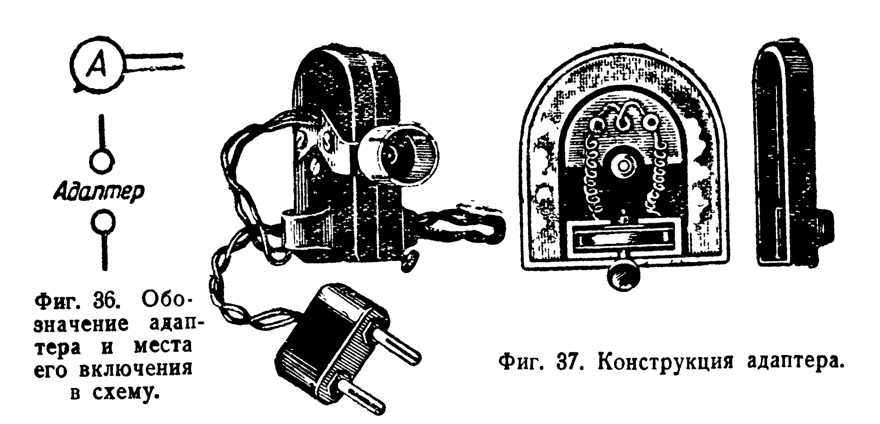


Фиг. 35. Внутреннее устройство и внешний вид телефонной трубки завода „Красная заря“.

включен репродуктор, которое обозначается, как указано на фиг. 33.

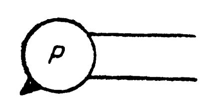
Головной телефон. Действие головного телефона (наушников) основано на использовании свойств катушки как электромагнита. На фиг. 34 показано обозначение места включения головного телефона и его схематическое изображение, а на фиг. 35 внутреннее устройство телефонов завода «Красная заря». Наибольшая мощность, потребляемая головным телефоном, лежит в пределах 5—10 *мвт*. Внутреннее сопротивление высокоомных телефонов равно в зависимости от конструкции 2 000—6 000 *ом*. Низкоомные телефоны (телефоны для радиотрансляционной сети) имеют сопротивление порядка 400 *ом*.

Адаптер — прибор, преобразующий механические колебания граммофонной иглы в электрический ток. Адаптер состоит из подвижного якоря, в котором закрепляется граммофонная игла. Игла колеблется в соответствии с извилинами звуковой дорожки граммпластинки и увлекает за собой якорь. Колеблющийся якорь изменяет магнитный поток в магнитной цепи адаптера и тем самым наводит электродвижущую силу в обмотке адаптера, которая усиливается усилителем и затем подается на громкоговоритель. Существуют адаптеры, работающие за счет напряжений, возникающих на обкладках кристалла, обладающего пьезо-электрическими свойствами. Адаптеры независимо от их конструкции изображаются на схеме, как указано на фиг. 36. На этом же рисунке приведено обозначение места включения адаптера.



Фиг. 36. Обозначение адаптера и места его включения в схему.

Фиг. 37. Конструкция адаптера.



Фиг. 38. Обозначение рекордера.

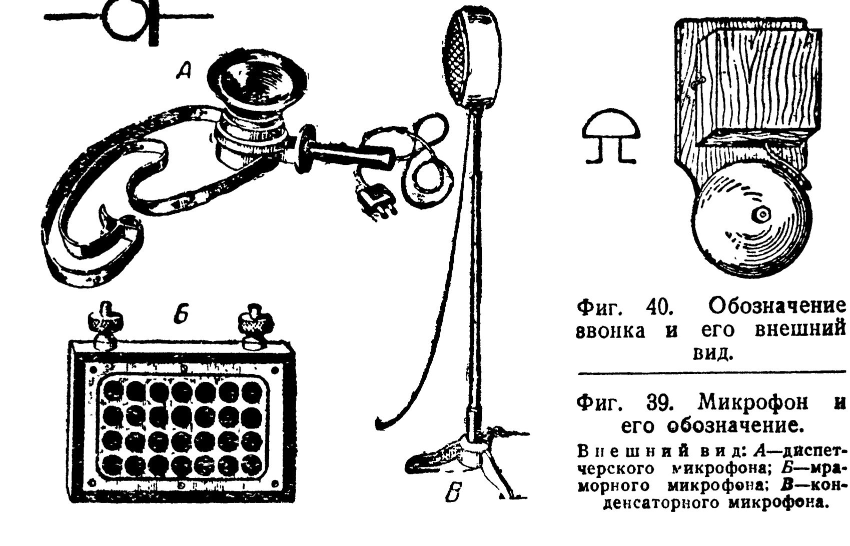
На фиг. 37 показана конструкция электромагнитного адаптера.

Напряжение на выходе адаптера обычно равно 0,2—0,6 *в*. Адаптер, как правило, включается в приемник или усилитель через потенциометр, с помощью которого осуществляется регулировка громкости. Провода, соединяющие адаптер с усилителем, необходимо оберегать от индукции других цепей, так как это приводит либо к появлению в громкоговорителе фона переменного тока, либо к самовозбуждению усилителя.

Включение адаптера в схему показано ниже.

Для звукозаписи применяется специальный прибор, называемый рекордером. Рекордер обозначается, как показано на фиг. 38.

Микрофон — аппарат, преобразующий звуковые колебания в электрический ток. Наиболее простым и распространенным микрофоном является у г о л ь н ы й микрофон, в котором под влиянием звуковых колебаний изменяется сопротивление угольного порошка и тем самым изменяется сила тока в цепи микрофона. Действие к о н д е н с а т о р н ы х микрофонов основано на изменении емкости конденсатора, которым является микрофон, и одна из обкладок которого является мембраной, т. е. колеблется в соответствии с звуковыми колебаниями. Д и н а м и ч е с к и й микрофон является по существу динамиком. Однако, здесь мембрана служит для того, чтобы передавать звуковой катушке приходящие звуковые



Фиг. 40. Обозначение звонка и его внешний вид.

Фиг. 39. Микрофон и его обозначение.

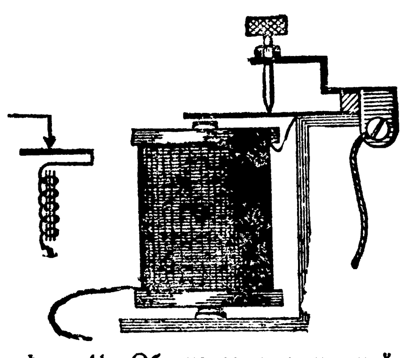
Внешний вид: *А*—диспетчерского микрофона; *Б*—мраморного микрофона; *В*—конденсаторного микрофона.

колебания. Внешний вид различных микрофонов дан на фиг. 39; вверху рисунка дано их графическое обозначение.

Во избежание появления мешающих тресков и шумов, которые могут появиться под влиянием электрических и магнитных полей, провода от микрофона к усилителю должны быть экранированы.

Звонок и зуммер. Как в звонке, так и в зуммере катушка с железным сердечником действует как электромагнит, который притягивает железный якорь. Последний, притягиваясь, отрывается от контакта, к которому он был прижат, выключает намагничивающий ток и поэтому возвращается в первоначальное положение, т. е. снова включает ток, вновь притягивается и т. д. Число таких колебаний в секунду определяется массой якоря и упругостью пружины. В электрическом звонке масса якоря велика, а упругость пружины мала и поэтому число колебаний незначительно. Изображение звонка на схеме и его внешний вид даны на фиг. 40.

В зуммере масса якоря мала, поэтому число колебаний якоря в секунду значительно больше, чем у звонка. Зуммер используется для получения электрических колебаний звуковой частоты и непосредственно звука (звуковых сигналов). Изображение зуммера на схеме и его внешний вид даны на фиг. 41.



Фиг. 41. Обозначение и внешний вид зуммера.

При работе как звонок, так и зуммер создают очень сильные помехи приему радиостанций.

Емкость. Электрическая емкость проводника, так же как и индуктивность, является основным электрическим его свойством. Приборы, специально устраиваемые так, что их электрическая емкость используется для той или иной цели, называются конденсаторами. Емкость конденсаторов измеряется или в сантиметрах, или фарадах. Одна фарада (*ф*) равна 900 млрд. *см*, одна микрофарада (*мкф*) составляет миллионную долю фарады и равна 900 тыс. *см*, одна микромикрофарада (*мкмкф*) равна 0,9 *см*. Наряду с *мкмкф* применяется обозначение пикофарады (*пкф*) (1 *мкмкф*=1 *пкф*).

Обычно используется емкость между двумя близко расположенными друг к другу системами пластин. При наличии зарядов на обкладках конденсатора между ними возникает электрическое поле, отчасти выходящее за пределы конденсатора и часто являющееся причиной нежелательных паразитных связей между частями схемы. Обкладками конденсатора могут быть не только металлические пластины, но и проводники любой формы.

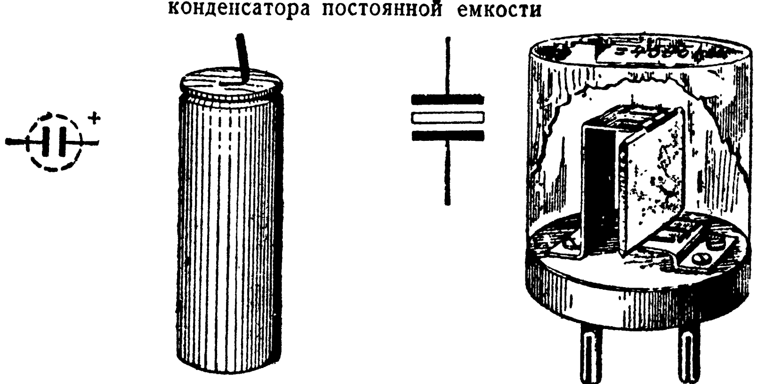
Емкость конденсатора зависит от расстояния между проводниками и от величины их поверхности. Емкость конденсатора помимо его геометрических размеров зависит от заполняющего промежутки между пластинами материала, называемого диэлектриком. Диэлектриком может быть воздух, слюда, парафинированная бумага и т. п.

Всякие два провода, расположенные не слишком далеко друг от друга, обладают заметной емкостью. Так, два проводника рядом, один из которых принадлежит цепи сетки, а другой цепи анода, могут обладать взаимной емкостью такой величины, что будет иметь место заметный переход энергии из цепи анода в цепь сетки, а в результате схема может самовозбуждаться.

Сопротивление конденсатора переменному току тем меньше, чем выше частота тока и чем больше емкость конденсатора.



Фиг. 42. Обозначение сопротивления и внешний вид конденсатора постоянной емкости



Фиг. 43. Обозначение и внешний вид электролитического конденсатора.

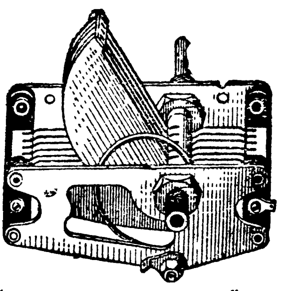
Фиг. 44. Внешний вид и обозначение кварца.

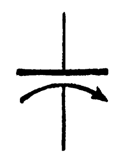
Конденсатор постоянной емкости, т. е. конденсатор, который не имеет приспособлений для изменения его емкости, обозначается на схеме — независимо от конструкции конденсатора и типа диэлектрика, — как указано на фиг. 42. На этом же рисунке показаны два типа фабричных конденсаторов постоянной емкости.

В цепях, предназначенных для фильтрации переменной составляющей выпрямленного тока, применяются электролитические конденсаторы, которые, как правило, обладают большой емкостью. Особенностью этих конденсаторов является то, что они имеют полярность. Вывод (зажим) конденсатора со знаком + должен присоединяться к участку схемы, имеющему положительный потенциал. В цепь переменного тока и в колебательный контур электролитический конденсатор включать нельзя. Внешний вид электролитического конденсатора и его обозначение приведены на фиг. 43.

В передатчиках и приемниках применяются кварцы. Конструкция такого кварцевого устройства напоминает конденсатор, между обкладками которого помещается собственно кварцевая пластинка. Применение кварцев позволяет получить высокую стабильность частоты генерируемых колебаний или высокую избирательность фильтров. Внешний вид

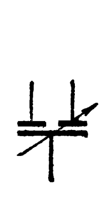


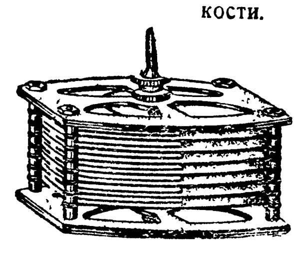




Фиг. 46. Обозначение конденсатора, емкость которого может регулироваться (конденсатора полупеременной емкости или триммера).

Фиг. 45. Обозначение и внешний вид конденсатора переменной емкости.

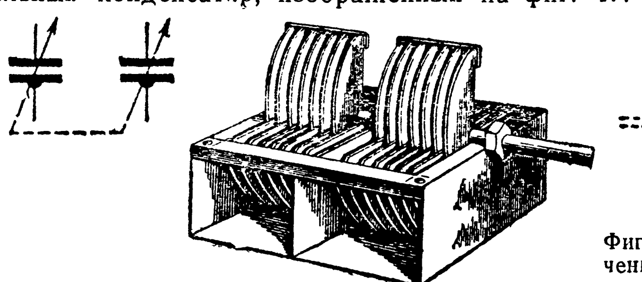




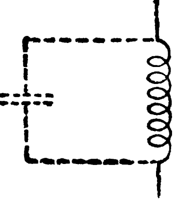
Фиг. 47. Обозначение и внешний вид дифференциального конденсатора.

кварца и его обозначение приведены на фиг. 44. Кроме кристаллов кварца в радиотехнике находят применение кристаллы сегнетовой соли и турмалина. Кристаллы сегнетовой соли применяются в громкоговорителях и адаптерах.

Конденсатор переменной емкости и его изображение показаны на фиг. 45. Подвижные пластины отмечаются часто небольшим кружком. Иногда конденсаторы делаются так, что их емкость может быть изменена в некоторых пределах путем какой-либо регулировки (например, изгибания). Эти конденсаторы полупеременной емкости или триммеры обозначаются, как указано на фиг. 46. Несколько иначе обозначается на схеме так называемый дифференциальный конденсатор, изображенный на фиг. 47. Его особен-



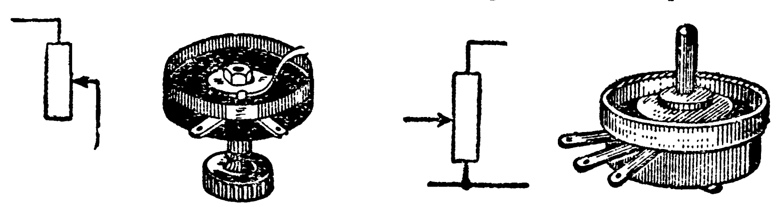
Фиг. 48. Обозначение и внешний вид блока конденсаторов переменной емкости.



Фиг. 49. Обозначение паразитной емкости (собственная емкость витков катушки)



Фиг. 50. Обозначение и внешний вид непроволочного сопротивления.



Фиг. 51. Обозначение реостата и его внешний вид.

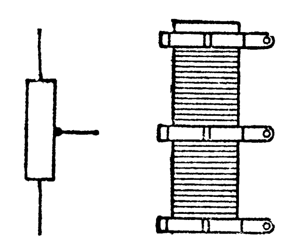
Фиг. 52. Два варианта обозначения потенциометра и его внешний вид.

ностью является постоянное значение суммарной емкости подвижных пластин по отношению к двум системам неподвижных пластин; в то же время емкость в каждой из систем неподвижных пластин изменяется от некоторого минимального значения до максимального. В радиоприемниках применяются сдвоенные или строенные конденсаторы переменной емкости (конденсаторный агрегат или блок). На фиг. 48 даны внешний вид блока конденсаторов и их обозначение.

В многоламповых радиоприемниках конденсаторы во избежание возникновения паразитной генерации должны быть экранированы. Эта паразитная генерация может возникнуть за счет емкости конденсатора, одной обкладкой которого являются неэкранированные пластины нашего конденсатора, а другой — какие-либо проводники другого каскада усиления. Паразитная емкость, которая образуется внутри деталей (например, собственная емкость обмоток трансформаторов, внутриэлектродная емкость в электронных лампах и т. п.), на схеме изображается обычно пунктиром (фиг. 49).

Сопротивление. В электрическую цепь приходится часто включать проводники, обладающие определенным активным сопротивлением, которое независимо от его конструкции обозначается одинаково, как указано на фиг. 50.

На фиг. 51 дано обозначение переменного сопротивления, имеющего приспособление для изменения его величины. Простейшим примером такого переменного сопротивления является реостат накала. Иногда для обозначения переменного сопротивления ставят стрелку. На фиг. 52 дано изображение потенциометра, служащего для деления напряжения. Если между началом и концом потенциометра приложено ка-



Фиг. 53. Обозначение и внешний вид сопротивления с отводами.

кое-либо напряжение, то, передвигая соответствующим образом движок, можно с одного из концов потенциометра и его движка снять любую часть этого напряжения. Сопротивление с отводом (постоянный потенциометр) обозначается, как указано на фиг. 53. Если нужно обратить внимание на наличие сопротивления в схеме, например, за счет утечки от несовершенства изоляции и т. п., то такое сопротивление обозначается на схеме пунктиром.

Сопротивление провода, намотанного обычным образом на какое-либо основание, кроме активной составляющей обладает некоторой индуктивностью и емкостью между витками или по отношению к другим проводникам, и потому его действительная величина будет разной для разных частот. Кроме того, такое сопротивление может быть причиной заметных магнитных электрических полей, что следует учитывать для избежания паразитных связей в схеме.

Соединительный провод. Все детали схемы соединяются между собой монтажным проводом. Омическое сопротивление проводников обычно не учитывается, за исключением цепей накала ламп с большим током (2—6 *а*).

Нередко свойства монтажных проводов совсем не принимаются во внимание при разборе работы радиосхемы. Между тем, монтажный провод обладает индуктивностью, емкостью и сопротивлением: при прохождении тока вокруг каждого проводника возникают магнитное и электрическое поля. В особенности электрические параметры монтажных проводов необходимо учитывать на УКВ. Для уменьшения влияния проходящих в проводах токов на соседние цепи необходимо прокладывать прямой и обратный провода данной электрической цепи рядом. В этом случае воздействие пары проводов на другие цепи тем меньше, чем меньше расстояние между прямым и обратным проводами, чем больше их расстояние от других цепей и чем меньше сила тока в цепи. Кроме того, это влияние уменьшается, если прямой и обратный провода цепи свиты, что обычно делают при подводке тока к нитям подогревных ламп, потребляющих большой ток накала. Но нужно помнить, что свивка проводов и очень малое между ними расстояние могут привести к иногда нежелательному увеличению емкости между этими проводами.

В схемах всегда следует стремиться вести монтажные провода кратчайшим путем.

Экран служит для устранения электрической и магнитной связи между цепями. Экран представляет собой лист металла с хорошей проводимостью, отделяющий одну часть схемы от другой. Хорошего экранирования можно достичь лишь при сплошном (полном) экране. Кроме того, экранировка тем лучше, чем толще экран и чем меньше его удельное сопротивление электрическому току. Важно, чтобы экран не имел разрезов. Если разрез неизбежен, то его желательно направить вдоль направления тока, вызванного индукцией, которое будет совпадать с направлением силовых линий электрического поля или с направлением, определенным по правилу буравчика для магнитного поля.

В некоторых случаях не рекомендуется пользоваться экраном как соединительным проводом между частями схемы, так как это может привести к паразитным связям.

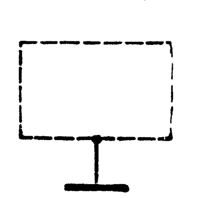
Обозначение экрана приведено на фиг. 54.

Для экранировки магнитных полей низкой частоты обычно используют экран из железа, обладающего хорошими магнитными качествами (большая магнитная проницаемость, малые потери и т. п.).

Если экран присоединен к шасси радиоприемника (общему минусу или заземлению), то это иногда обозначается на схеме (фиг. 55).

Экранированный провод с заземленной оболочкой обозначается, как показано на фиг. 56. Обозначение вывода провода из экрана (например, вывод провода от экранированного контура) показано на фиг. 57.

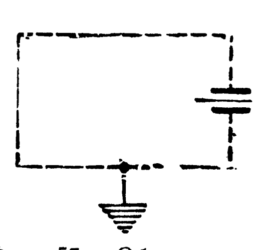
Фиг. 54. Обозначение экрана (см. пунктирные линии).



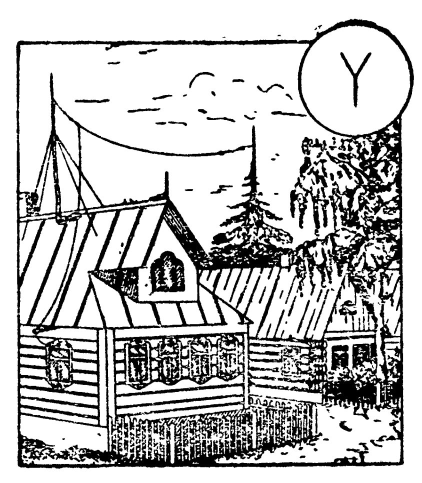
Фиг. 55. Обозначение присоединения экрана к шасси радиоприемника.



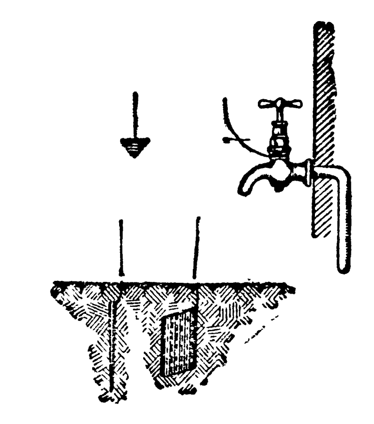
Фиг. 56. Обозначение экранированного провода с заземленной оболочкой.



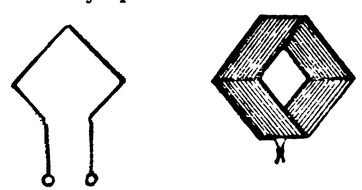
Фиг. 57. Обозначение вывода провода из заземленного экрана.



Фиг. 58. Антенное устройство в сельских условиях и обозначение антенны (справа вверху).



Фиг. 59. Обозначение и устройство заземления.



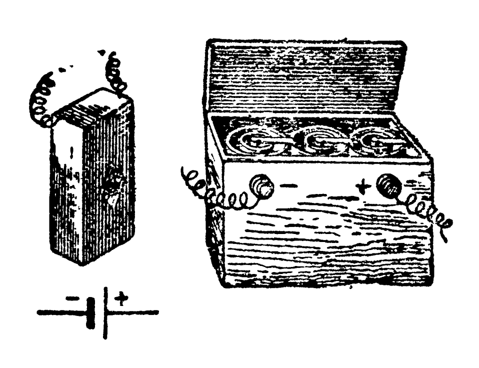
Фиг. 60. Обозначение и внешний вид рамочной антенны.

Антенна и заземление. Система антенна—заземление является колебательным контуром с распределенными по всему устройству магнитным и электрическим полями и относительно большим сопротивлением. Поэтому антенна вносит в контур приемника потери и понижает его избирательность. Устройство и обозначение антенны и заземления показаны на фиг. 58 и 59. Существуют разные виды антенн, например, антенной может служить вертикальный провод без горизонтальной части, различные проводники, сеть электрического тока и т. п. Находит применение рамочная антенна, внешний вид и обозначение которой даны на фиг. 60. Вместо заземления иногда применяется противовес—система проводов, подвешенных вблизи земной поверхности и изолированных от земли или, наоборот, расположенных под антенной неглубоко в земле. Обозначается противовес, как и заземление.

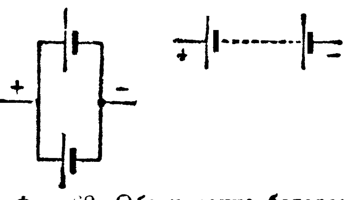
Источники питания. Источниками питания радиоприемных и передающих устройств могут служить сухие или водоналивные элементы, аккумуляторы, сеть переменного тока или сеть постоянного тока. В случае использования сети перемен-

ного тока последний для питания анодных и сеточных цепей преобразовывается с помощью выпрямителя в постоянный ток и лишь после этого подводится к радиоприемнику. В автомобильных радиоустановках источником питания обычно служит низковольтный аккумулятор. В этом случае для питания анодов используется специальный преобразователь низкого напряжения постоянного тока в его повышенное напряжение.

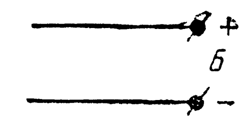
Батареи и аккумуляторы обозначаются одним и тем же символом, изображенным на фиг. 61. Более короткой и жирной черточкой обозначается отрицательный полюс элемента, а длинной — положительный. Для получения высокого напряжения или для увеличения емкости элементы соединяют соответственно либо последовательно, либо параллельно — получается устройство, называемое батареей; условное обозначение ее показано на фиг. 62. Слева показано последовательное соединение элементов (напряжение батареи равно сумме напряжений отдельных элементов), справа — параллельное соединение элементов (напряжение батареи равно напряжению отдельного элемента, но возрастает емкость батареи и уменьшается ее внутреннее сопротивление). Так как на схеме аккумуляторы и первичные элементы обозначаются одинаково, то в каждом отдельном случае в тексте оговаривается, что следует в данной схеме применять. Нередко самой батареи анода или накала на схеме не изображают, а указывают лишь место ее включения (фиг. 63).



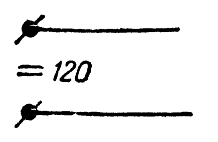
Фиг. 61. Обозначение гальванического элемента и аккумулятора. Справа — внешний вид гальванического элемента и батареи гальванических элементов.



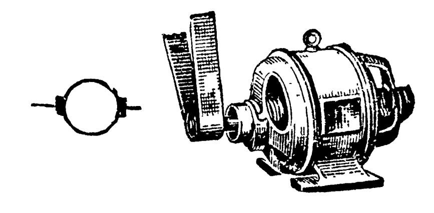
Фиг. 62. Обозначение батареи гальванических элементов или аккумуляторов.



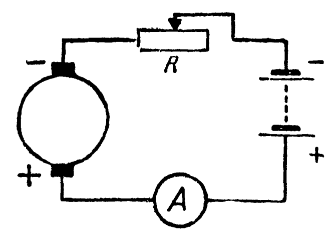
Фиг. 63. Обозначение места включения источника питания в схему.



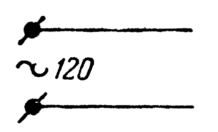
Фиг. 64. Обозначение сети постоянного тока.



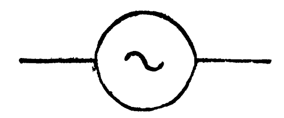
Фиг. 65. Динамомашина и ее обозначение.



Фиг. 66. Схема включения на зарядку аккумуляторной батареи



Фиг. 67. Обозначение сети переменного тока.

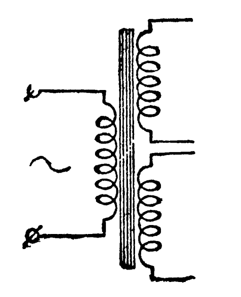


Фиг. 68. Обозначение источника (генератора) переменного тока.

Сеть постоянного тока. Обозначение этой сети дано на фиг. 64. Динамомашина—источник постоянного тока обозначается, как указано на фиг. 65. Обычно около обозначения сети указывается ее напряжение в вольтах. Сеть постоянного тока используется либо для непосредственного питания ламп приемника, либо для зарядки аккумулятора. В качестве примера на фиг. 66 показана схема включения в сеть постоянного тока аккумуляторной батареи на зарядку через переменное сопротивление (реостат R), которым регулируется сила зарядного тока.

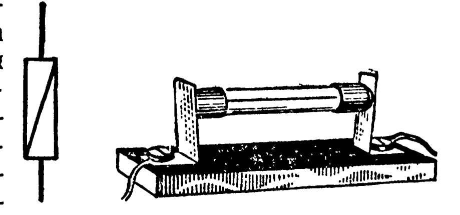
Сеть переменного тока. Обозначение этой сети показано на фиг. 67. Число около обозначения сети показывает напряжение сети в вольтах. Обозначение генератора переменного тока показано на фиг. 68. В качестве примера на фиг. 69 изображена схема включения в сеть переменного тока трансформатора.

Предохранитель. Для разрыва цепи при перегрузке применяются плавкие предохранители («проб-



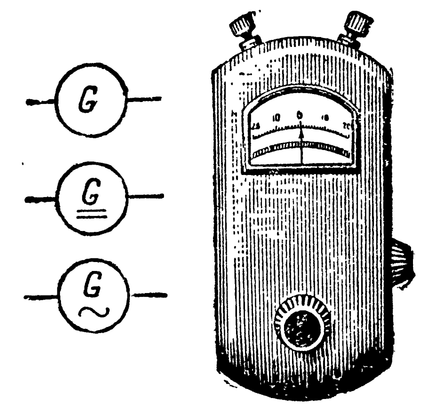
Фиг. 69. Схема включения трансформатора в сеть переменного тока.

ки»). Действие плавких предохранителей основано на том, что при прохождении тока бо́льшой силы проводничок предохранителя раскалится и перегорит. Обозначение и внешний вид одной из конструкций плавкого предохранителя приведены на фиг. 70



Фиг. 70. Обозначение и внешний вид одной из конструкций плавкого предохранителя.

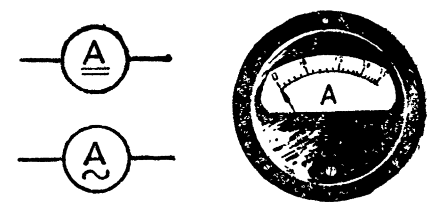
Электроизмерительные приборы. Для обнаружения тока в электрической цепи, для измерения токов, напряжений и т. д. служат многочисленные электроизмерительные приборы. Значок = на приборе показывает, что этот прибор предназначен для измерения постоянного тока, значок ~ переменного тока. Приборы, пригодные для измерения обоих родов тока, имеют оба обозначения.



Фиг. 71. Внешний вид гальванометра и его обозначение.

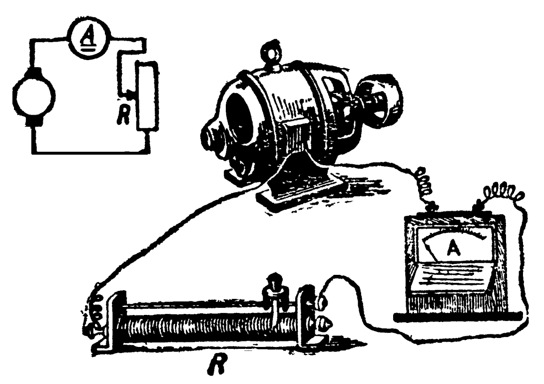
Гальванометр. Прибор для обнаружения и измерения очень слабых электрических токов носит название гальванометра и обычно обозначается, как указано на фиг. 71.

Амперметр—прибор для измерения силы тока; обозначение его показано на фиг. 72. Амперметр, как и гальванометр, включается в сеть всегда последовательно (в разрыв цепи фиг. 73).



Фиг. 72. Внешний вид одной из конструкций амперметра.

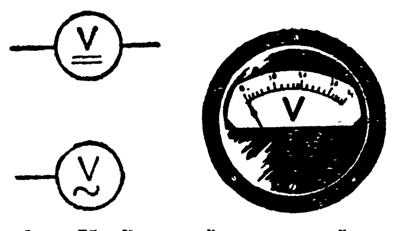
Амперметр, предназначенный для измерения тысячных долей амперметра, называется миллиамперметром, предназначенный же для измерения миллионных долей амперметра—м и к р о-



Фиг. 73. Схема включения амперметра в цепь электрического тока.

Фиг. 74. Обозначение термопары с гальванометром.

амперметром. Амперметры предназначаются для измерения как переменного, так и постоянного токов. Некоторые типы амперметров пригодны для измерения как переменного, так и постоянного токов, другие же типы могут измерять или только постоянный, или только переменный ток.

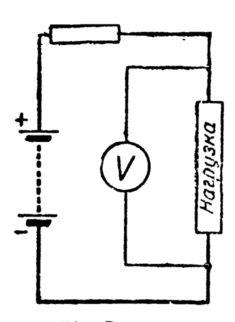


Фиг. 75. Внешний вид одной из конструкций вольтметра и его обозначение.

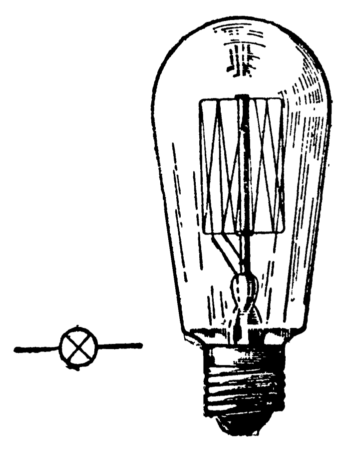
Следует помнить, что амперметр нельзя включать параллельно источнику тока или нагрузке цепи. Так как внутреннее сопротивление амперметра очень мало, то при таком включении в цепи пройдет весьма большой ток, который расплавит проводники внутри прибора (прибор «сгорит») и может повредить и сам источник тока.

Для измерения силы тока высокой частоты иногда используется термопара. Термопара имеет четыре вывода, два из которых включаются в разрыв цепи (как амперметр), а два других присоединяются к гальванометру, проградуированному вместе с данной термопарой. В целом вся установка изображается на схеме, как показано на фиг. 74.

Вольтметр—прибор, служащий для измерения напряжения между теми точками, к которым он подключен; его обозначение показано на фиг. 75. Чтобы измерить напряжение



Фиг. 76. Схема включения вольтметра для измерения падения напряжения на нагрузке.



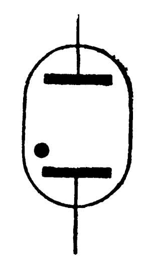
Фиг. 77. Обозначение и внешний вид электрической лампы накаливания.

батареи или какого-либо другого источника электрического тока, вольтметр подключают к его зажимам. Следует иметь в виду, что внутреннее сопротивление вольтметра должно быть во много раз больше сопротивления, на котором измеряется падение напряжения, в противном случае показание вольтметра будет заметно меньше действительного падения напряжения, имеющего место при невключенном вольтметре. Для измерения падения напряжения на нагрузке, по которой проходит электрический ток, вольтметр подключается к зажимам этой нагрузки (фиг. 76).

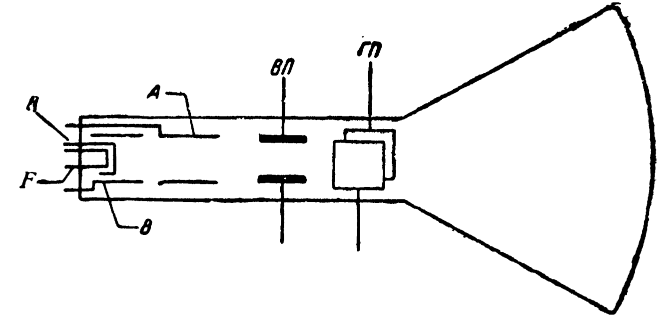
Для измерения напряжения при высокой частоте применяются ламповые вольтметры (см. стр. 84).

Электрическая лампа накаливания помимо основного назначения для целей освещения употребляется в качестве реостата при зарядке аккумуляторов, в качестве сопротивления, ограничивающего силу тока в цепи или создающего нужные падения напряжения и т. п. Электрические лампы накаливания всех типов обозначаются, как указано на фиг. 77. Возле обозначения лампы иногда указываются ее данные, например, 120×50, что означает, что лампа предназначена для включения в сеть с напряжением 120 *в* и что мощность, потребляемая лампой из сети при нормальном накале, равна 50 *вт*. Ток (в амперах) через лампу в этом случае будет равен частного от деления мощности на напряжение сети.

Неоновая лампа (обозначение показано на фиг. 78) принадлежит к числу газосветных ламп. Так называются лампы,

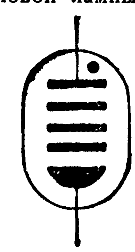


Фиг. 78 Обозначение неоновой лампы.



Фиг. 80. Обозначение электронно-лучевой трубки.

F—подогрев (нить накала); *К*—катод; *А*—анод; *В*—фокусирующий электрод, *ВП*—вертикально отклоняющие пластины; *ГП*—горизонтально отклоняющие пластины.



Фиг. 79. Обозначение и внешний вид газового стабилизатора напряжения.

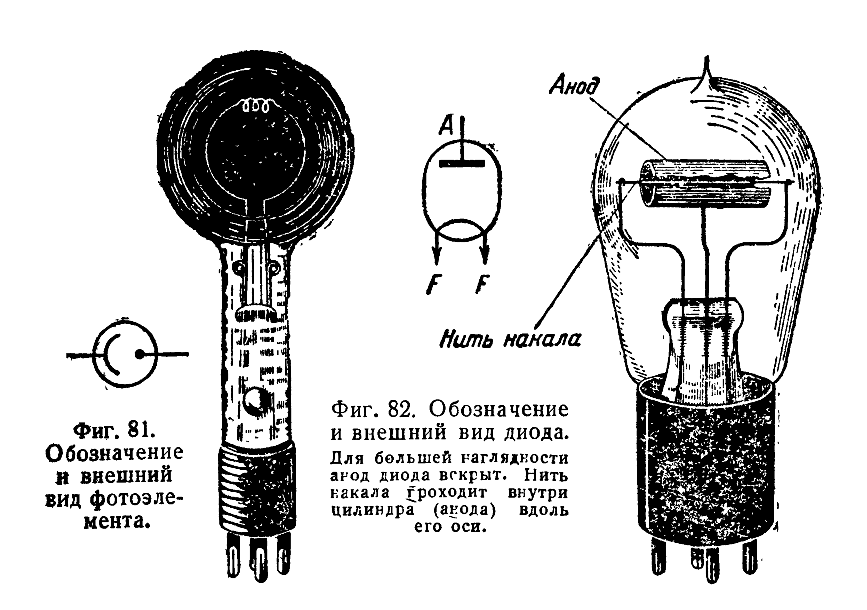
в которых при прохождении электрического разряда через содержащийся в них газ появляется свечение этого газа (в данном случае—неона). Важным свойством газосветных ламп является то, что сила их света следует за изменением напряжения даже в том случае, когда оно изменяется с частотой в несколько тысяч герц. Это свойство неоновой лампы (безинерционность) позволяет использовать ее в телевидении, в стробоскопах и т. п. Неоновая лампа специальной конструкции используется для стабилизации напряжения выпрямителя. Обозначение и внешний вид газового стабилизатора показаны на фиг. 79.

Электронно-лучевая трубка применяется как лабораторный прибор в радиолокации и в телевидении. С помощью этой трубки электрические импульсы преобразуются в световое изображение (картину на экране трубки). Изображение трубки на схеме показано на фиг. 80. Трубка состоит из накаливаемого током катода, охватывающего катод цилиндра, анода и электродов для развертки (отклонения электронного пучка).

В некоторых трубках управление электронным пучком производится магнитным полем, создаваемым расположенными вне трубки катушками.

Фотоэлемент—прибор, преобразующий энергию света в электрический ток. Изображение фотоэлемента в радиосхемах приведено на фиг. 81.

В фотоэлементах электроны оставляют специально обработанную поверхность катода под воздействием очень ко-



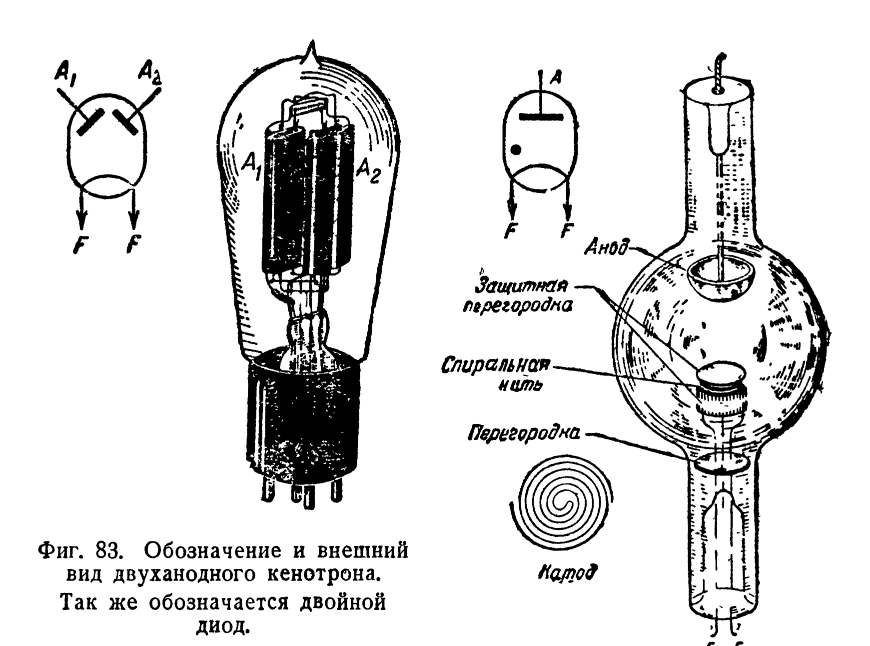
Фиг. 81. Обозначение и внешний вид фотоэлемента.

Фиг. 82. Обозначение и внешний вид диода. Для большей наглядности анод диода вскрыт. Нить накала проходит внутри цилиндра (анода) вдоль его оси.

роткии электромагнитных волн (световых или невидимых лучей). Вылетевшие из катода электроны притягиваются анодом. Если этот путь электроны проходят в вакууме, то фотоэлемент называется вакуумным, если же этот путь проходит через пространство, содержащее какой-либо газ под небольшим давлением, то фотоэлемент называется газовым. Фотоэлементы характеризуются также способом обработки поверхности, излучающей электроны; бывают, например, фотоэлементы цезиевые, калиевые и т. п.

Электронные лампы. Двухэлектродные лампы (диоды) состоят из катода (непосредственного накала или подогревного типа) и одного анода, помещенных в баллоне (обычно стеклянном), из которого выкачан воздух до очень большого разрежения (до высокого вакуума). Обозначение диода с катодом непосредственного накала показано на фиг. 82. Эта лампа в настоящее время используется в выпрямителях (в таком случае ее называют кенотроном) или в качестве детектора, а также в качестве одного из элементов сложной лампы современных радиоприемных устройств (см. ниже).

Кенотроны иногда имеют один катод и два анода, как, например, ВО-188, 5Z4C и т. п. Эти кенотроны используются в радиоприемниках, питаемых от сети переменного тока, для



Фиг. 83. Обозначение и внешний вид двуханодного кенотрона. Так же обозначается двойной диод.

Фиг. 84. Обозначение и внешний вид газотрона.

преобразования переменного тока в постоянный (в выпрямителе). Изображение двуханодных кенотронов дано на фиг. 83.

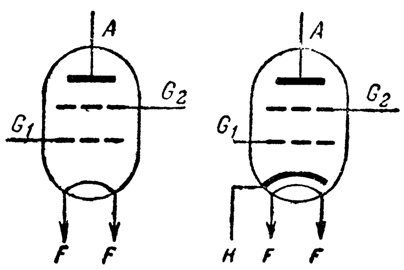
Если внутри баллона лампы имеется газ, например, пары ртути, то такая лампа называется газотроном. Изображение газотрона показано на фиг. 84. Точка на условном обозначении газотрона указывает на присутствие в баллоне лампы газа.

Трехэлектродные лампы (триоды). Обозначение трехэлектродной с катодом непосредственного накала лампы на схеме показано на фиг. 85. Лампы этого типа используются как в радиоприемниках, так и в передатчиках. По характеру устройства катода эти лампы разделяются на два класса: лампы с подогревным катодом и лампы с непосредственным накалом. В качестве примеров триодов могут служить лампы УБ-112, 6СРС, 6Ф5 и т. п.

Четырехэлектродные лампы (тетроды). Обозначение четырехэлектродной лампы на схеме показано на фиг. 86. Эти лампы имеют другое более распространенное название — экранированные лампы. Применяются они как в приемниках,

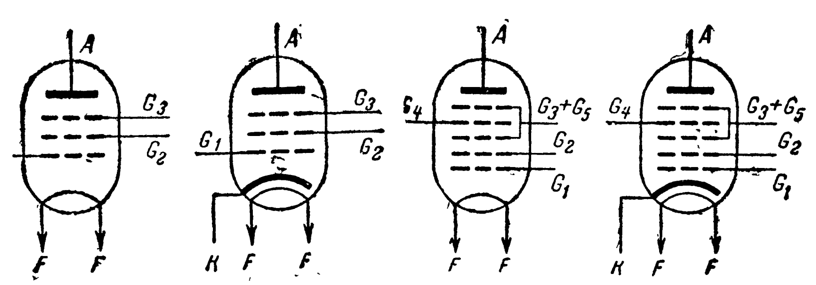
Фиг. 85. Обозначение и внешний вид трехэлектродной лампы: **слева**—неподогревной и справа—подогревной. Для большей наглядности аноды вскрыты и показано внутреннее устройство этих ламп.

так и в передатчиках. Тетроды встречаются под марками СБ-154, СБ-112, 6Л6С и т. д. Тетрод СБ-154 имеет сильно вытянутую анодную характеристику с пологой левой частью и называется лампой с переменной крутизной характеристики или иначе лампой «варимю». С помощью этой лампы осуществляется автоматическая регулировка громкости (АРГ).



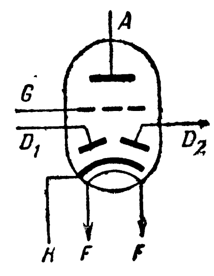
Фиг. 86. Обозначение экранированной лампы: неподогревной (слева) и подогревной (справа). G_1—управляющая сетка и G_2—экранирующая сетка.

Пятиэлектродные лампы (пентоды). Обозначение пентодов показано на фиг. 87. Пентоды в зависимости от их конструкции работают в каскадах как высокой, так и низкой частоты. Пентоды отечественных заводов имеют марки: 2Ж2М, 6Ж7, СБ-244, 6Ф6 и т. п.

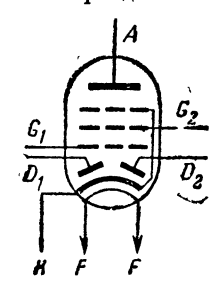


Фиг. 87. Обозначение пентода: неподогревного (слева) и подогревного (справа). Третьи сетки (G_3) иногда присоединяются к катоду внутри лампы.

Фиг. 88. Обозначение пентагрида: неподогревного (слева) и подогревного (справа).



Фиг. 89. Обозначение двойного диод-триода.

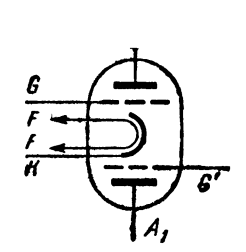


Фиг. 90. Обозначение двойного диод-пентода.

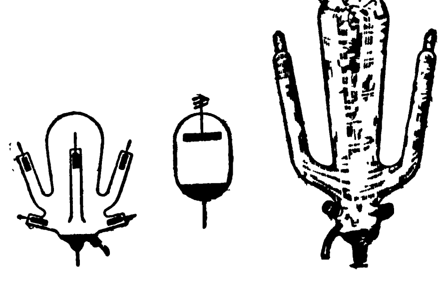
Семиэлектродные или пятисеточные лампы (пентагриды или гептоды). Обозначение пентагрида показано на фиг. 88. Лампы этого типа используются в супергетеродинах в качестве преобразователя частоты и потому часто называются гептод-преобразователями. У нас применялись пентагриды СБ-242, СО-183, 6А8. К семиэлектродным лампам также относятся гептоды-смесители. Лампы этого типа также используются в супергетеродинах для получения промежуточной частоты. К этому типу относится лампа 6Л7.

Двойные диод-триоды используются в детекторном каскаде современного радиоприемника, осуществляя детектирование, усиление колебаний низкой частоты и автоматическую регулировку усиления. Обозначение двойных диод-триодов на схемах показано на фиг. 89. Отечественные заводы выпускают двойные диод-триоды (ДДТ) марки СО-185, 6Г7 и 6Р7.

Двойной диод-пентод. Лампы этого типа обозначаются, как показано на фиг. 90. Они употребляются также в детекторных каскадах современных радиоприемников. Наши заводы выпускают ДДП марки СО-193 и 6Б8М.

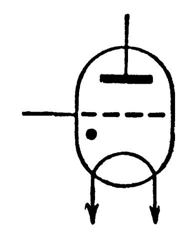


Фиг. 91. Обозначение двойного триода.



Фиг. 92. Обозначение и внешний вид ртутной колбы

Двойные триоды. Эти лампы применяются в пушпульных каскадах радиоприемников. Особенностью их является то, что они могут работать в таком режиме, когда анодный ток в отсутствии сигнала сравнительно невелик, чем достигается большая экономия в расходовании батарей анода. Обозначение двойного триода показано на фиг. 91. Наши заводы выпускают двойные триоды марки СО-243 и 6Н7.



Фиг. 93. Обозначение тиратрона.

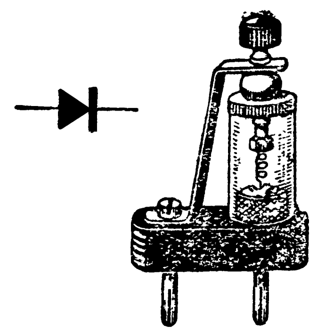
В практику входят сейчас более сложные типы комбинированных ламп.

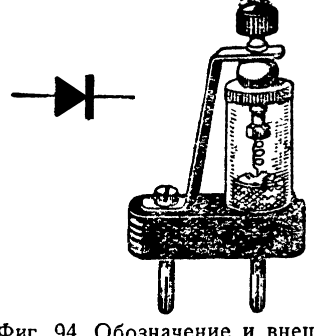
Ртутный выпрямитель. На фиг. 92 приведены обозначение и внешний вид ртутной колбы, составляющей основу ртутного выпрямителя. Ртутная колба состоит из стеклянного баллона, в который впаяно несколько электродов (анодов). В нижней части откачанного баллона находится некоторое количество жидкой ртути.

Тиратрон. На фиг. 93 дано обозначение тиратрона. Тиратрон — это газотрон с третьим электродом — сеткой. С помощью этой сетки можно регулировать среднее значение анодного тока выпрямителя. Тиратроны применяются в различных специальных схемах.

ПРОЧИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОСХЕМ

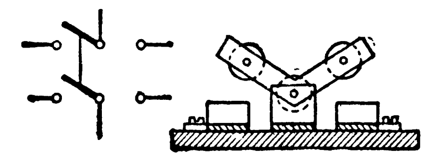
Кристаллический детектор. На фиг. 94 приведены обозначение и внешний вид кристаллического детектора. Он состоит из двух частей—кристалла и обычно острия из ме-





Фиг. 94. Обозначение и внешний вид кристаллического детектора.

Фиг. 95. Общее обозначение устройства с односторонней проводимостью.

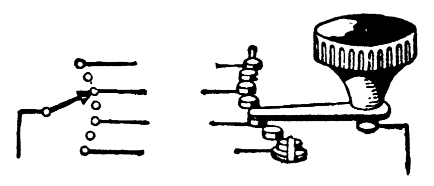


Фиг. 96. Обозначение и внешний вид двухполюсного переключателя.

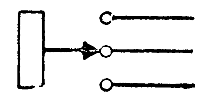
Фиг. 97. Обозначение и внешний вид четырехполюсного джека.



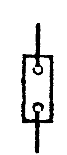
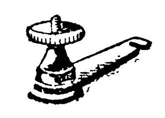
Фиг. 98. Обозначение и внешний вид переключателя („ползунка").



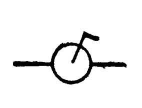
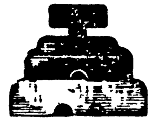
Фиг. 99. Обозначение и внешний вид переключателя с холостыми контактами.



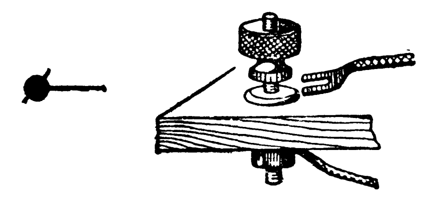
Фиг. 100. Обозначение переключателя на плате.

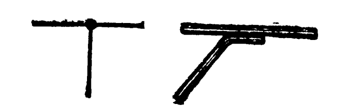

Фиг. 101. Обозначение и внешний вид перемычки.

Фиг. 102. Обозначение и внешний вид выключателя.



Фиг. 103. Обозначение и внешний вид зажима.



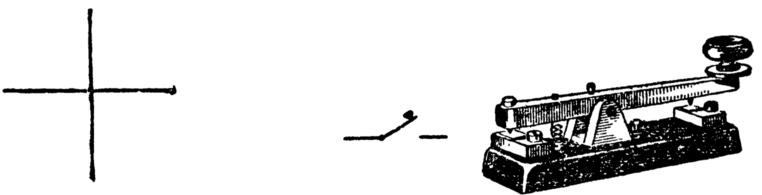
Фиг. 104. Обозначение и внешний вид электрически соединяющихся между собой проводов.

талла. Кристалл и острие представляют для одного направления тока большое сопротивление, для обратного направления — малое сопротивление. В результате этого получается выпрямляющее действие. Нередко металлическое острие заменяют каким-либо кристаллом, составляющим детектирующую пару с первым кристаллом.

Для устройства, обладающего неодинаковой проводимостью для токов противоположного направления (купроксные и селеновые элементы), применяют обозначение, приведенное на фиг. 95.

Коммутаторы. На фиг. 96 изображена одна из конструкций двухполюсного перекидного переключателя, назначение которого — переключать присоединенную к ножкам рубильника цепь на любую из двух цепей, присоединенных к контактам. Такие же переключения может произвести и так называемый джек, изображенный на фиг. 97. У джека, как и у двухполюсного переключателя, переключения производятся сразу двумя пластинками.

Ко второй группе переключателей относятся переключатели, подобные изображенному на фиг. 98. Характерным здесь является то, что переключение производится лишь одним ползунком. Во избежание взаимного замыкания контактов ползунком в тех случаях, когда это недопустимо, между



Фиг. 105. Обозначение проводов, не соединяющихся электрически между собой.

Фиг. 106. Внешний вид и обозначение ключа Морзе.

рабочими контактами оставляются холостые контакты, как это изображено на фиг. 99.

На фиг. 100 приведено обозначение широко применяемого в современных радиоприемниках **переключателя на плате**. Для разрыва цепи используется иногда изображенная на фиг. 101 перемычка. Сюда следует отнести применяемый для выключения электроламп нормальный выключатель, изображенный на фиг. 102.

Различные детали. На фиг. 103 дано обозначение провода, заканчивающегося зажимом, на фиг. 104 — обозначение электрически соединяющихся между собой проводов и на фиг. 105 — проводов, не соединяющихся между собой. На фиг. 106 показан телеграфный ключ Морзе, предназначенный для быстрого разрыва и замыкания цепи (для посылок сигналов Морзе).

РАСШИФРОВКА РАДИОСХЕМ

Любой радиоприемник или передатчик состоит из группы деталей, соединенных проводниками в определенной комбинации в соответствии с его принципиальной схемой, поясняющей принцип его действия.

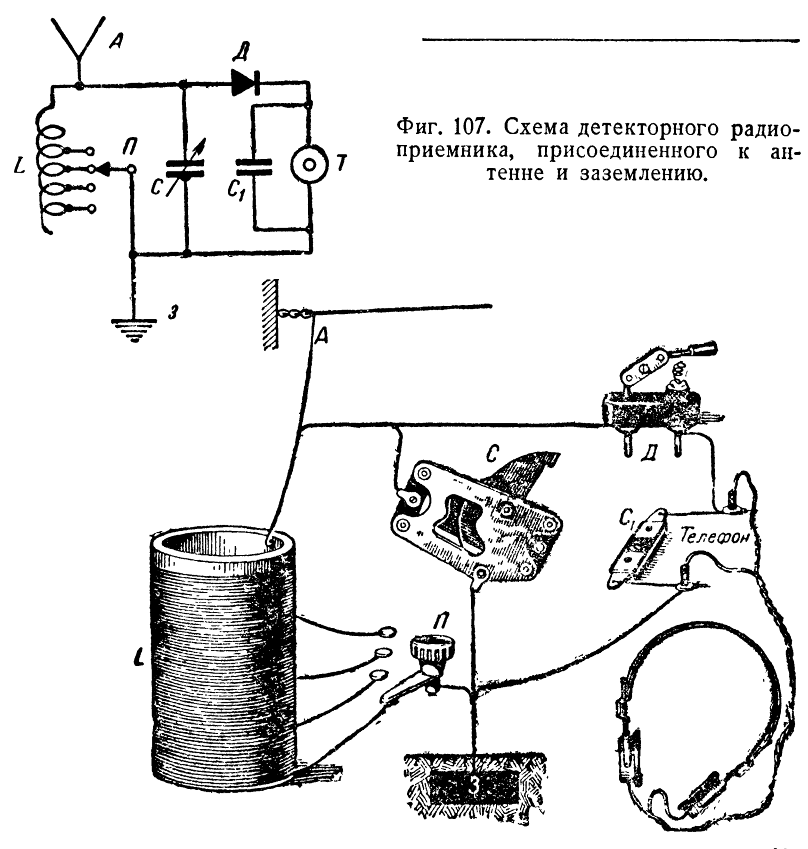
Для наглядности мы будем сопоставлять радиосхему с пространственным рисунком соответствующего аппарата. В действительности же аппарат имеет совсем иной вид: все детали расстанавливаются так, чтобы аппарат был компактным и удобным в обращении и чтобы в то же время паразитные связи были сведены до минимума.

Детекторный радиоприемник. Схема простейшего детекторного приемника и соответствующая комбинация деталей, соединенных проводниками, показаны на фиг. 107. В схему приемника входят: антенна *А*, заземление *З*, катушка *L*, конденсатор переменной емкости *С*, детектор *Д*, телефон *Т* и блокировочный конденсатор постоянной емкости C_1. Катушка *L* и конденсатор *С* составляют колебательный контур, с помощью которого производится его настройка на ту или иную радиостанцию. Так как к емкости и индуктивности контура добавляются сопротивление, емкость и индуктивность антенны, то последняя влияет на настройку приемника и на его избирательность. Настройка приемника производится переключателем *П* и конденсатором переменной емкости *С*. Первый дает грубую настройку, второй — точную настройку. Чем лучше антенна и чем лучше заземление, т. е. чем больше

поверхность соприкосновения металла заземления с сырой землей, тем меньше ухудшается избирательность колебательного контура от присоединения к нему антенны.

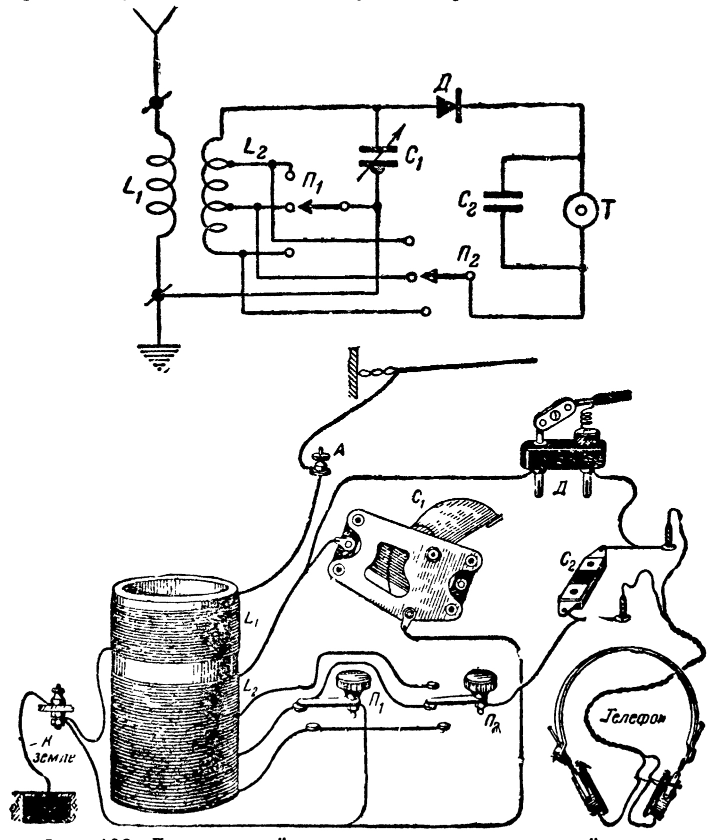
К колебательному контуру приемника присоединена детекторная цепь: присоединение этой цепи также увеличивает потери в контуре и тем самым еще больше ухудшает избирательность колебательного контура. С целью уменьшения вредного влияния антенны и потерь, вносимых в колебательный контур детекторной цепью, схема детекторного приемника усложняется.

Детекторный радиоприемник по сложной схеме. На фиг. 108 изображена схема приемника, собранного по сложной схеме. Приемник состоит из колебательного контура, составленного



Фиг. 107. Схема детекторного радиоприемника, присоединенного к антенне и заземлению.

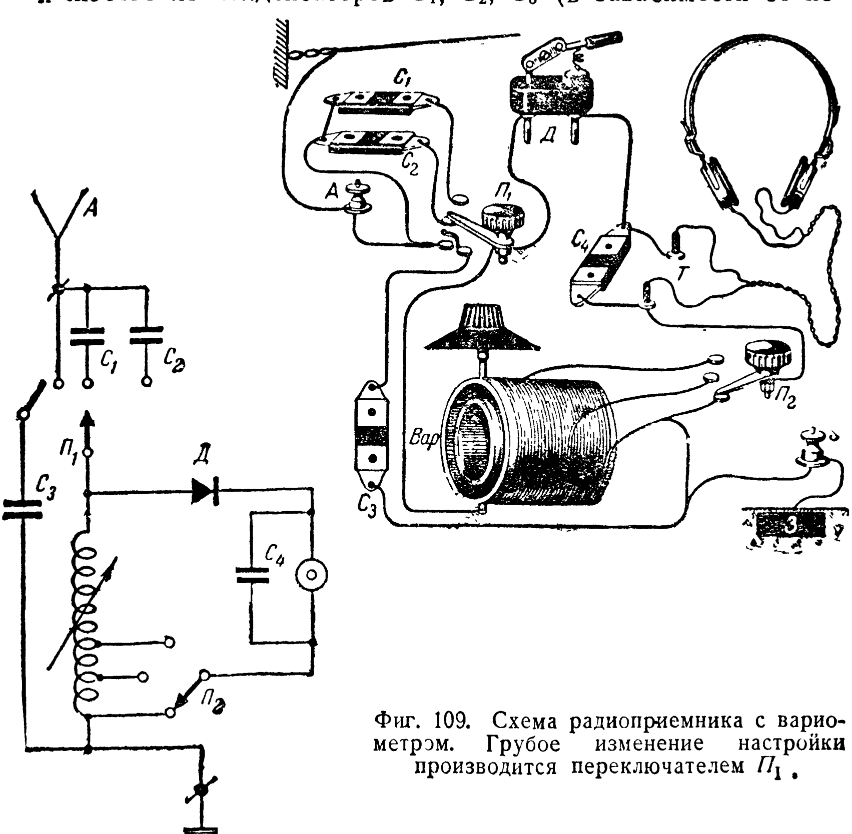
катушкой L_2 и конденсатором переменной емкости C_1. С колебательным контуром посредством трансформаторной связи связана антенна (связанные индуктивно катушки L_1 и L_2). На рисунке этот трансформатор изображен в виде двух цилиндрических катушек на общем каркасе. К этому же колебательному контуру присоединена и детекторная цепь, связь которой с контуром — автотрансформаторная, переменная (последняя осуществляется перестановкой переключателя $П_2$). Изменяя связь контура с детекторной цепью и настраивая колебательный контур перестановкой $П_1$ и вращением ручки конденсатора C_1, можно получить хорошую отстройку и удовлетворительную слышимость нужной радиостанции. Хорошая



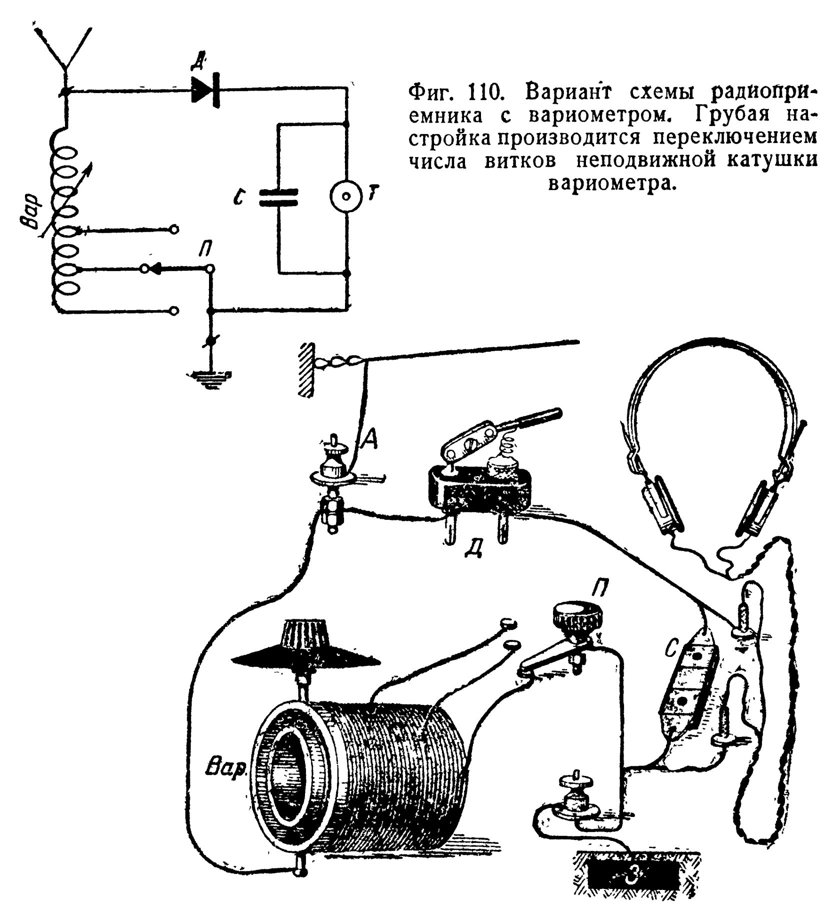
Фиг. 108. Детекторный радиоприемник по сложной схеме.

отстройка от мешающих радиостанций получается при слабой связи цепи антенны с контуром и контура с детекторной цепью (переключатель $П_2$ стоит на верхних контактах), так как в этом случае в контур вносятся минимальные потери и избирательность возрастает.

Радиоприемник с вариометром. Некоторые типы детекторных приемников вместо конденсаторов переменной емкости имеют несколько конденсаторов постоянной емкости. Плавное изменение настройки в таких приемниках осуществляется плавным изменением индуктивности катушки контура (с помощью вариометра). Схема такого приемника показана на фиг. 109. Здесь колебательный контур состоит из вариометра и любого из конденсаторов C_1, C_2, C_3 (в зависимости от по-



Фиг. 109. Схема радиоприемника с вариометром. Грубое изменение настройки производится переключателем $П_1$.

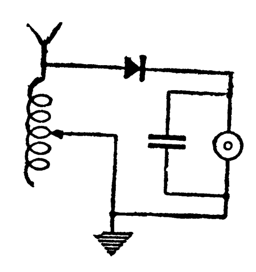


Фиг. 110. Вариант схемы радиоприемника с вариометром. Грубая настройка производится переключением числа витков неподвижной катушки вариометра.

ложения переключателя $П_1$). Связь детекторной цепи с колебательным контуром изменяется с помощью переключателя $П_2$.

Вариант схемы фиг. 109 показан на фиг. 110. Здесь отсутствуют конденсаторы постоянной емкости, зато скачками изменяется (с помощью переключателя *П*) индуктивность статора вариометра. Колебательный контур состоит из индуктивности вариометра, а также индуктивности и емкости антенны. Связь с детекторной цепью — постоянная.

Для закрепления в памяти раздела о детекторных радиоприемниках:



Фиг. 111. Схема детекторного радиприемника.

1) начертите самостоятельно чертеж приемника, собранного по схеме фиг. 111;

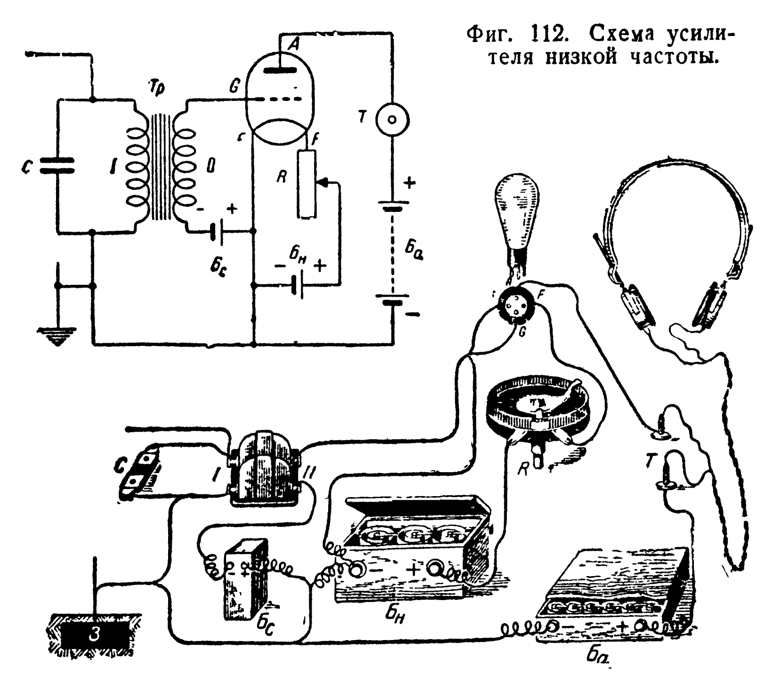
2) начертите схему и выполните пространственный чертеж детекторного приемника простой схемы, состоящего из: а) конденсатора переменной емкости, б) катушки, в) детектора, г) телефона, д) блокировочного конденсатора, е) четырех гнезд, ж) двух зажимов, и включите в него антенну и землю; связь с детекторной цепью — постоянная; антенна и земля подключены непосредственно к колебательному контуру;.

3) в схеме фиг. 111 замените непосредственное включение антенны с колебательным контуром трансформаторной связью (переменной индуктивной связью); какие две новые детали нужно включить в схему?

4) сделайте с помощью добавочного переключателя в задании 2 связь с детекторной цепью переменной.

При выполнении этих заданий просмотрите разделы, описывающие входящие в нарисованные вами схемы детали.

Усилитель низкой частоты. Чтобы принимать передачи радиостанций на громкоговоритель, необходимо увеличить мощность электрических колебаний, имеющихся в детекторной цепи. С этой целью к детекторной цепи можно присоединить усилитель с электронной лампой. Схема такого устройства дана на фиг. 112. В приемник вместо телефона должна быть включена первичная обмотка повышающего трансформатора *Тр,* вторичная обмотка которого присоединена одним концом к сетке лампы, а другим — к цепи накала (через «батарею смещения» $Б_с$. Телефон включен в анодную цепь между анодом и батареей анода $Б_а$. Нить лампы накаливается током от батареи накала $Б_н$, причем сила тока накала регулируется реостатом R. Ток звуковой частоты, даваемый детектором и ранее непосредственно приводивший в действие телефон, теперь проходит по первичной обмотке трансформатора *Тр*. Вследствие этого во вторичной обмотке трансформатора получается повышенное напряжение, причем степень повышения зависит от соотношения числа витков в обмотках (1 : 2; 1 : 3 и т. д.). Повышенное напряжение, будучи приложено к участку сетка — нить лампы, изменяет напряжение на сетке лампы, вследствие чего изменяется



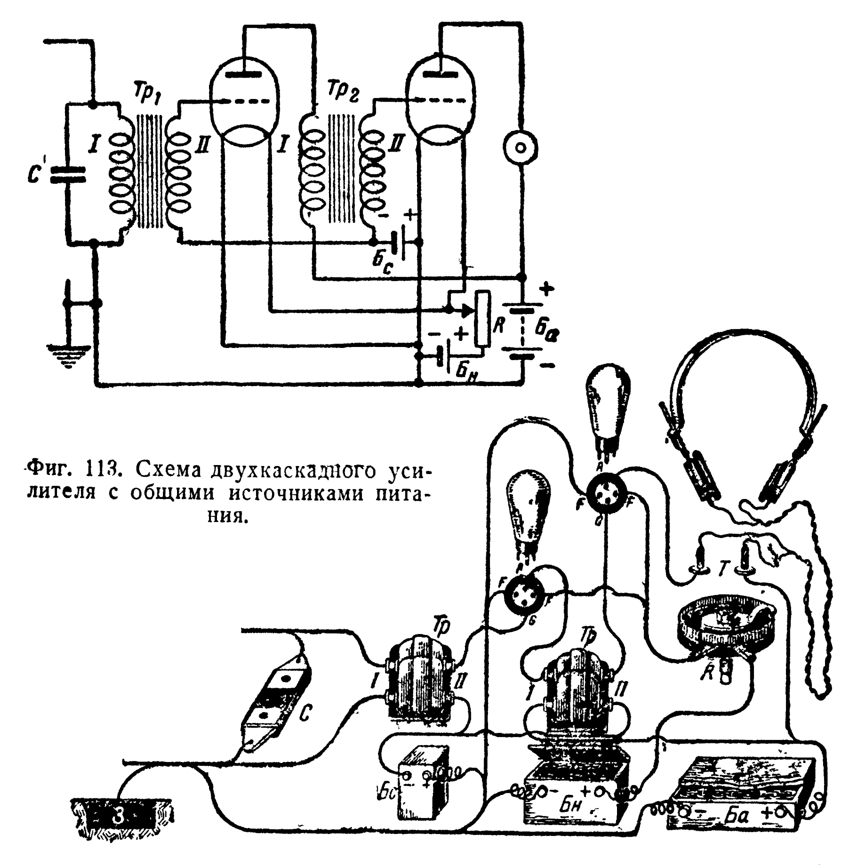
Фиг. 112. Схема усилителя низкой частоты.

соответствующим образом сила тока в цепи анода. Так как мощность, развиваемая в анодной цепи лампы, значительно больше мощности в детекторной цепи, то передача звучит сильнее. Если вместо телефона включить громкоговоритель, то усиленной мощности может хватить для громкоговорящего приема.

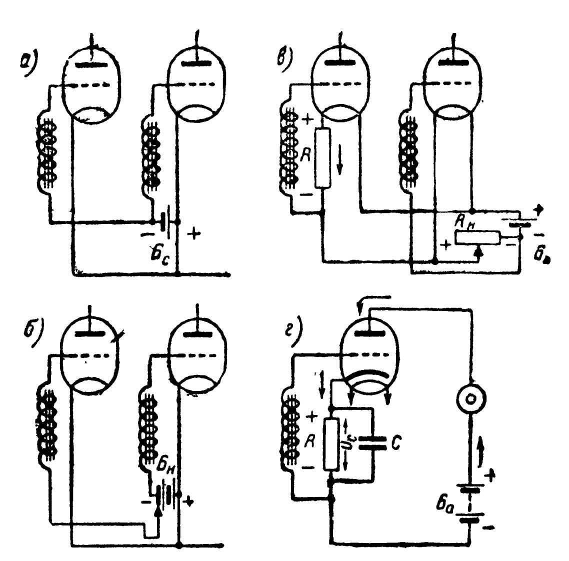
Громкость передачи может быть усилена включением еще одного каскада (ступени) усиления низкой частоты (фиг. 113). Способ присоединения второго каскада низкой частоты ни чем не отличается от предыдущего: как и раньше, вместо громкоговорителя включена первичная обмотка нового трансформатора и т. д. Как видно из этой схемы, оба каскада имеют общую батарею анода, общую батарею накала и общую батарею смещения, как это всегда и делается в практических схемах с целью экономии и удобств. Нити накала ламп включены параллельно и накал ламп регулируется одним общим сопротивлением R.

На фиг. 114 показаны цепи сеток, взятые отдельно из схемы фиг. 113. По схеме фиг. 114,*а* цепи сеток каскадов

включены одинаково. В варианте *б* изображено, как включаются сетки в случае необходимости на разные сетки дать разное по величине смещение. Вариант *в* показывает, как можно получить смещение за счет батареи накала. Сопротивление *R* у первой лампы включено в минусовый провод цепи накала, поэтому, как видно из схемы, минус падения напряжения, вызванного прохождением тока накала лампы по сопротивлению *R*, приходится на сетку и плюс на нить накала, т. е. сетка получает некоторое отрицательное смещение. Величина этого смещения равна произведению из сопротивления *R* (в омах) на силу проходящего по сопротивлению тока (в амперах). Вторая лампа получает минус на сетку за счет



Фиг. 113. Схема двухкаскадного усилителя с общими источниками питания.



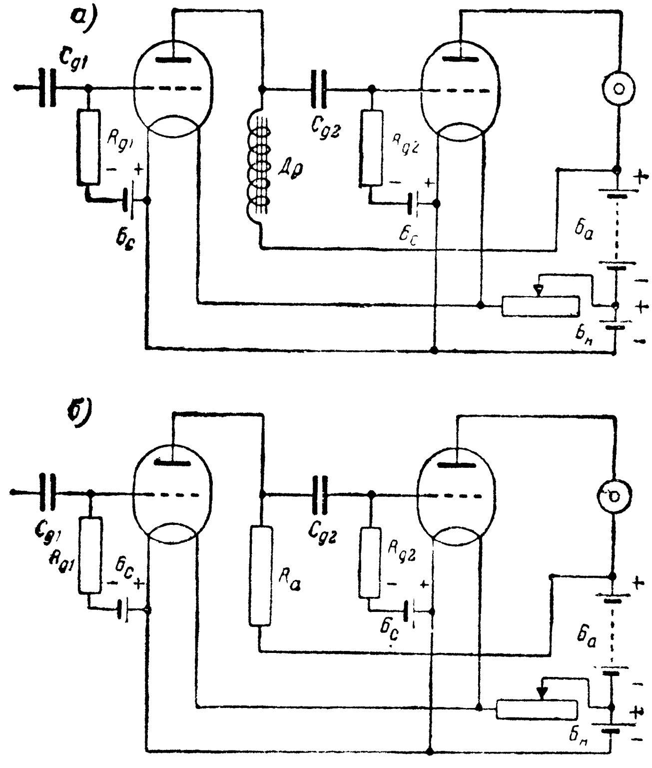
Фиг. 114. Схемы включения отрицательного смещения на сетки ламп.

падения напряжения на реостате накала $R_н$ (реостат накала также включен в минусовый провод цепи). Очевидно, что батарея накала должна иметь напряжение большее, чем рабочее напряжение накала ламп. Положим, что лампы—четырехвольтовые, а батарея накала дает 5,2 *в*, тогда при нормальном режиме отрицательное смещение второй лампы будет равно 1,2 *в*. Первая лампа будет недонакалена, например, на 0,4 *в*, что иногда допустимо, и будет получать на сетку отрицательное смещение в 0,4 *в*. Напряжение накала первой лампы будет, следовательно, равно 3,6 *в*.

Вариант *г* показывает, как получить отрицательное смещение на сетку за счет уменьшения напряжения на аноде (или, как говорят, «за счет анодного тока»). Сопротивление *R* включено между катодом и минусом анода. Анодный ток, проходя по сопротивлению *R*, вызовет падение напряжения U_c, плюс которого обращен к катоду, а минус — к минусу анода. Следовательно, сетка получает, как это видно из схемы, относительно катода отрицательное смещение, численно равное произведению из сопротивления *R* (в омах) на силу анодного тока (в амперах). Конденсатор *C* включен для уменьшения сопротивления этого участка цепи токам звуковой частоты.

Усилители на сопротивлениях и дросселях. На фиг. 115,*а* дана схема усилителя на дросселях. В цепь сетки второй лампы включен конденсатор C_{g2}, чтобы предупредить попадание на сетку этой лампы постоянного анодного напряжения. Переменная составляющая анодного напряжения на зажимах дросселя *Др* поступает на сетку второй лампы через конденсатор C_{g2}, который для переменного тока представляет малое сопротивление и при том тем меньшее, чем больше емкость конденсатора и частота.

Переменный ток звуковой частоты, проходя через конденсатор C_{g2} и сопротивление R_{g2}, создает на концах этой цепи напряжение, практически равное переменному напряжению на дросселе. Часть этого напряжения, приходящаяся на сопротивление R_{g2}, попадает на сетку-нить лампы второго



Фиг. 115. Схемы усилителя на дросселях (*а*) и на сопротивлениях (*б*).

каскада и управляет её анодным током. Если емкость C_{g2} невелика (порядка 100 *мкмкф*), а сопротивление R_{g2} мало (порядка 100 000 *ом*), то на самых низких частотах большая часть напряжения будет приходиться на емкость C_{g2}. В результате усилитель будет очень плохо усиливать („заваливать“) самые низкие частоты. Наоборот, если емкость C_{g2} велика и сопротивление R_{g2} также велико, то низкие частоты будут хорошо усиливаться, но высокие частоты вследствие влияния паразитной емкости цепи сетки второй лампы, шунтирующей сопротивление, будут ослаблены.

Если вместо дросселей в цепях анода включены сопротивления (фиг. 115, *б*), то усилитель превратится в „усилитель на сопротивлениях“. Вследствие изменений силы анодного тока происходят изменения падения напряжения на зажимах анодного сопротивления R_a, которые через емкость C_{g2} передаются на сетку следующей лампы. Влияние величин C_{g2} и R_{g2} на работу усилителя в общем остается таким же, как и в усилителях на дросселях.

На практике число каскадов определяется потребностью в усилении. Часто усилители делаются комбинированными, например, один каскад на сопротивлениях, а другой — на трансформаторах.

Усиление каскада на сопротивлениях или дросселях всегда меньше коэффициента усиления самой лампы, тогда как каскад усиления на трансформаторах может дать усиление, большее этого коэффициента (при условии, если трансформатор повышает напряжение).

Для закрепления в памяти этого раздела рекомендуем читателю самостоятельно проделать следующее:

1) нарисовать схему трехлампового усилителя; первый каскад на сопротивлениях, второй — на трансформаторах, третья лампа нагружена на громкоговоритель; реостат накала — общий для всех трех ламп; все три лампы имеют одинаковое смещение на сетках;

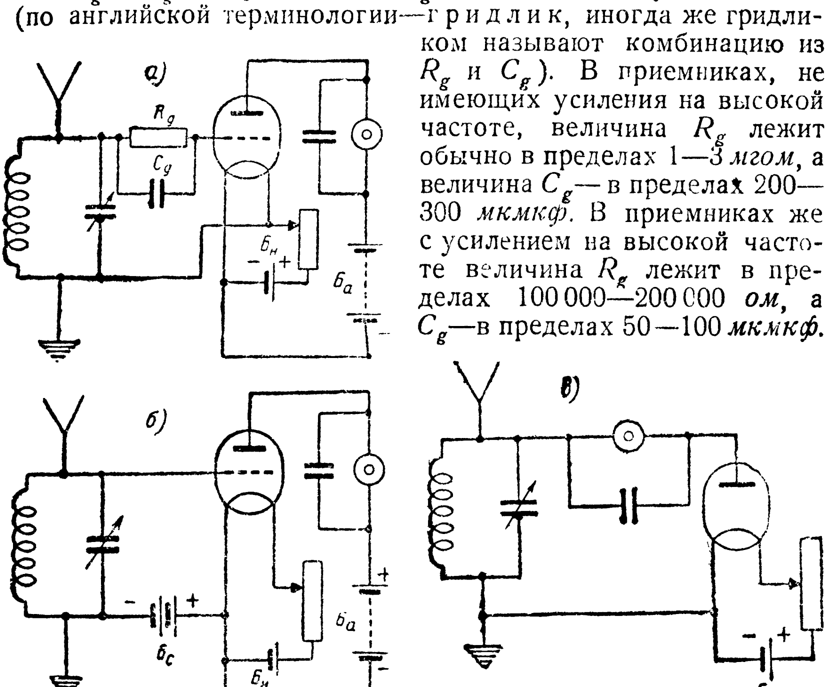
2) нарисовать схему двухлампового усилителя на дросселях со смещением на сетки за счет анодного тока;

3) нарисовать схему четырехлампового усилителя на сопротивлениях: смещение на сетки ламп — от отдельной батареи; реостат накала — общий;

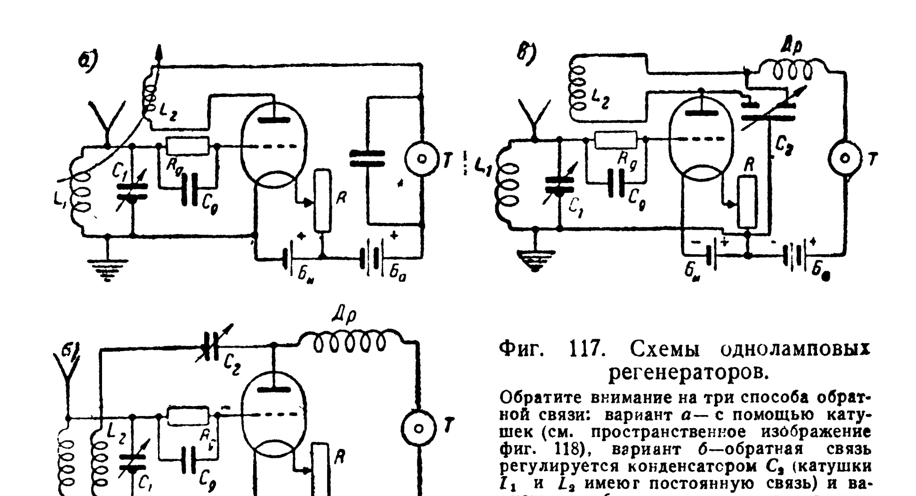
4) нарисовать схему четырехлампового усилителя: первый каскад — на дросселях, второй — на сопротивлениях, третий — на трансформаторах, последняя лампа нагружена на громко-

говоритель; смещение на сетки — за счет батареи накала; реостат накала — общий для всех ламп.

Одноламповые радиоприемники. Во всех предыдущих схемах предполагалось детектирование с помощью кристаллического детектора. На фиг. 116 даны три схемы детектирования с помощью электронной лампы: а) сеточное детектирование, б) анодное детектирование и в) при помощи диода. Наиболее чувствительным является сеточное детектирование, поэтому его следует применять для приема слабых сигналов. Анодное и диодное детектирования используют обычно в супергетеродинах (см. ниже), либо в приемниках с большим предварительным усилением на высокой частоте. При сеточном детектировании большое значение имеет правильный выбор величин R_g и C_g. Сопротивление R_g носит название утечки сетки (по английской терминологии—г р и д л и к, иногда же гридликом называют комбинацию из R_g и C_g). В приемниках, не имеющих усиления на высокой частоте, величина R_g лежит обычно в пределах 1—3 *мгом*, а величина C_g— в пределах 200—300 *мкмкф*. В приемниках же с усилением на высокой частоте величина R_g лежит в пределах 100 000—200 000 *ом*, а C_g—в пределах 50—100 *мкмкф*.



Фиг. 116. Схемы детекторных каскадов, выполненных в виде одноламповых радиоприемников. В многоламповых схемах в анодную цепь детекторной лампы включается не телефон, а сопротивление или трансформатор.



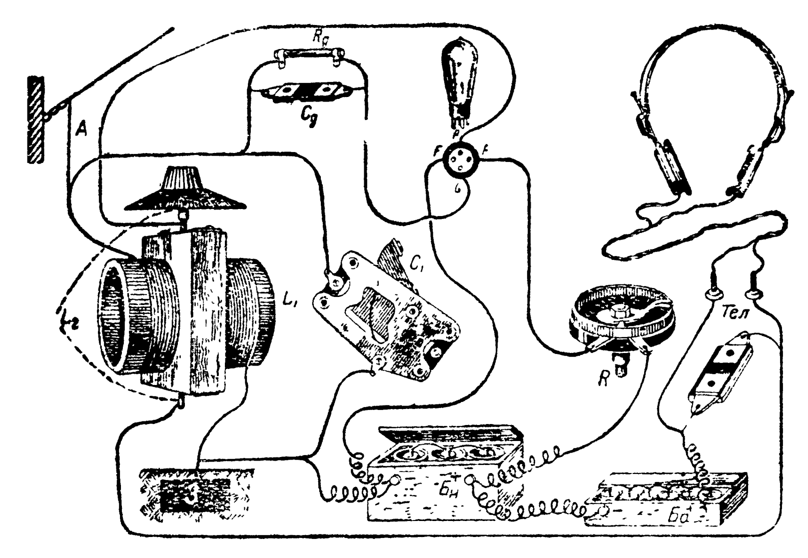
Фиг. 117. Схемы одноламповых регенераторов.

Обратите внимание на три способа обратной связи: вариант *а* — с помощью катушек (см. пространственное изображение фиг. 118), вариант *б*—обратная связь регулируется конденсатором C_2 (катушки L_1 и L_2 имеют постоянную связь) и вариант *в*—обратная связь регулируется дифференциальным конденсатором C_2.

При анодном детектировании приходится выбирать величину напряжения батареи $Б_с$ так, чтобы установить рабочую точку на нижнем сгибе анодной характеристики.

Приемники, построенные по схеме фиг. 116, пригодны для приема только сравнительно мощных радиостанций; для приема же слабых радиостанций или удаленных станций необходимо строить регенеративный приемник.

Одноламповый регенератор. Простейшим регенеративным приемником является одноламповый регенератор. На фиг. 117 приведены три наиболее распространенных варианта схемы одноламповогo регенератора. В варианте *а* обратная связь осуществляется с помощью катушки L_2, индуктивно связанной с катушкой L_1. Регулировка величины обратной связи производится обычно с помощью так называемого вариокуплера (фиг. 28), который изображен также на пространственном чертеже фиг. 118. В варианте *б* обратная связь также осуществляется катушкой L_2, но регулировка величины обратной связи производится здесь конденсатором C_2. Катушки L_1 и L_2 располагаются неподвижно. В этой схеме появилась новая деталь — дроссель высокой частоты *Др*, назначение которого заключается в повышении сопротивления для токов высокой частоты цепи телефон—батарея анода. Если бы это сопротивление было невелико, то токи высокой частоты направлялись бы по этой цепи, а не по катушке обратной связи, и обрат-



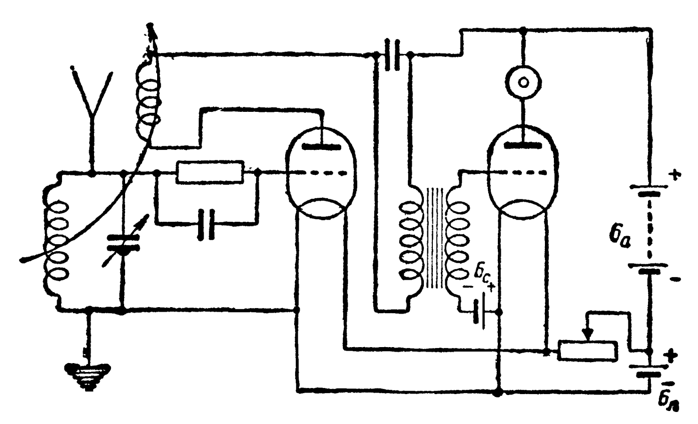
Фиг. 118. Пространственное изображение схемы регенератора, приведенной на фиг. 117.

ную связь осуществить было бы невозможно. Следовательно, анодный ток в этой схеме направляется по двум цепям: по одной проходит постоянный ток и токи низкой частоты, а по другой — только токи высокой частоты.

В схеме варианта *в* обратная связь создается катушкой L_2 жестко связанной с катушкой L_1, но регулируется дифференциальным конденсатором C_2. Задача последнего заключается в том, чтобы регулировать прохождение токов высокой частоты от анода к нити по двум путям — через катушку L_2 и помимо ее. Чем больше емкость между подвижными пластинами и неподвижными, присоединенными к катушке L_2, тем большая часть токов высокой частоты пойдет по этому пути и тем сильнее будет обратная связь. Эта схема позволяет осуществить нормальный режим работы детекторной лампы при приеме как громких, так и слабых радиостанций.

Во всяком регенераторе весьма важно создать такой режим, при котором возможен плавный переход к генерации, так как это позволяет принимать самые слабые радиостанции; производится это с помощью подбора величин R_g и C_g.

Двухламповый регенератор. Чтобы усилить громкость приема, к одноламповому регенератору присоединяют усилитель

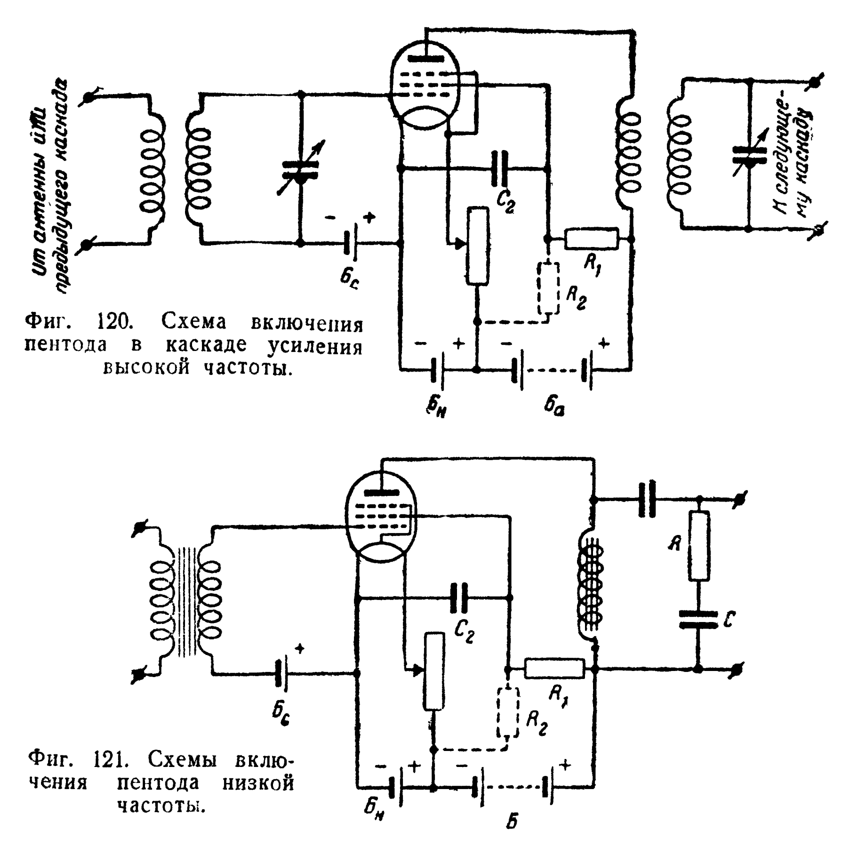


Фиг. 119. Схема двухлампового регенератора с питанием от батарей.

низкой частоты. Усиление низкой частоты производится как трехэлектродными лампами, так и пентодами. На фиг. 119 дана схема двухлампового регенератора, в котором усиление низкой частоты производится трехэлектродной лампой. Присоединение каскада усиления низкой частоты к одноламповому регенератору похоже на присоединение второго каскада низкой частоты, которое было изображено на фиг. 113.

В радиоприемниках прямого усиления всегда применяется, по крайней мере, один каскад усиления высокой частоты. Усиление высокой частоты позволяет получить высокую избирательность, осуществить автоматическую регулировку громкости и т. п. Усиление высокой частоты производится при помощи пентодов высокой частоты.

Схема включения пентода в каскаде усиления высокой частоты (фиг. 120). Чтобы обеспечить хорошую работу каскада с пентодом, необходимо правильно подобрать напряжение на экранирующей сетке. Это напряжение обычно должно составлять от $1/3$ до $2/3$ анодного напряжения. Оно подбирается на опыте изменением величины сопротивления R_1 (или двух сопротивлений R_1 и R_2 если напряжение задается по схеме потенциометра). Величина этого сопротивления должна составлять несколько десятков тысяч *ом*. Конденсатор C_2 открывает короткий путь токам высокой частоты к нити накала. Емкость этого конденсатора обычно лежит в пределах от 0,1 до 0,5 *мкф*, но иногда, в интересах компактности и дешевизны, снижается до десятков тысяч *мкмкф*. Если в пентоде имеется вывод от третьей (противодинатронной) сетки, то он



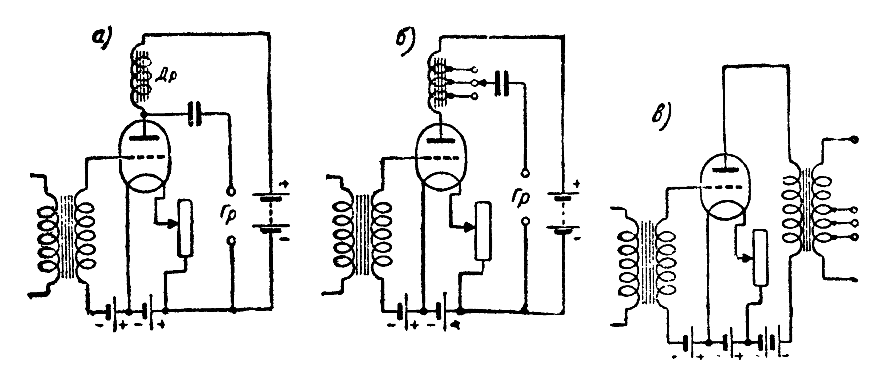
Фиг. 120. Схема включения пентода в каскаде усиления высокой частоты.

Фиг. 121. Схемы включения пентода низкой частоты.

чаще всего присоединяется непосредственно к катоду (нити накала).

Схема включения пентода в каскаде усиления низкой частоты. На фиг. 121 дана схема включения низкочастотного пентода. Напряжение на экранирующей сетке должно быть положительным и составлять 0,5—0,8 от напряжения на аноде лампы. Окончательный выбор напряжения осуществляется практически. У низкочастотного пентода противодинатронная сетка обычно не бывает выведена наружу, а присоединяется к катоду внутри лампы.

Схема включения громкоговорителя. Громкоговоритель может включаться в цепь анода последней лампы не только непосредственно.



Фиг. 122. Схемы включения нагрузки в выходных каскадах радиоприемников.

При схеме так называемого «дроссельного выхода» (фиг. 122,*а*) в цепь анода включается дроссель низкой частоты, громкоговоритель же включается между анодом и катодом последовательно с конденсатором большой емкости (от 10 000 *мкмкф* до 2 *мкф*). В этой схеме через громкоговоритель проходит только ток звуковой частоты, а постоянная составляющая анодного тока пройдет через дроссель. Устранение постоянной составляющей из обмоток громкоговорителя заметно улучшает его работу. Если сделать отводы от катушки дросселя, то представляется возможность подбирать нагрузку так, чтобы получить максимальную отдачу в цепь громкоговорителя (эта схема изображена на фиг. 122,*б*). При схеме «трансформаторного выхода» (фиг. 122,*в*) в цепь анода включается первичная обмотка трансформатора низкой частоты, вторичная обмотка присоединена к громкоговорителю. В этом случае постоянная составляющая анодного тока в громкоговоритель также не попадает.

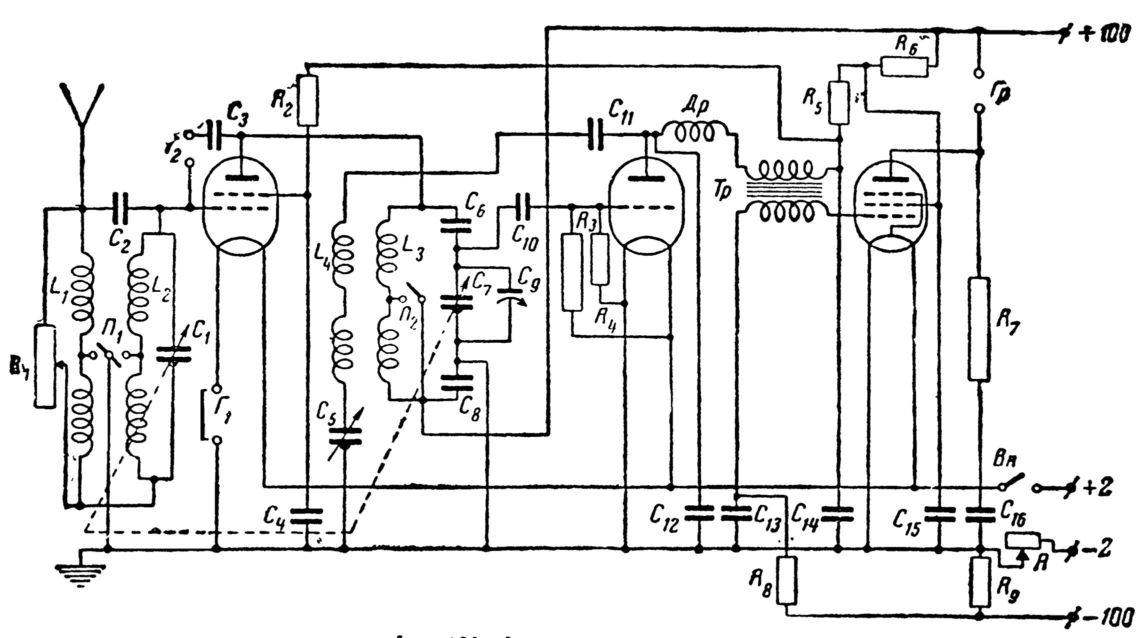
Радиоприемники прямого усиления. Радиоприемники подразделяются на два класса: одни из них построены по схеме прямого усиления, а другие — по супергетеродинной схеме.

Приемники прямого усиления содержат каскады усиления высокой частоты, детекторный каскад и каскады усиления низкой частоты. Для краткости радиоприемники прямого усиления характеризуются трехзначным кодом, в котором первая цифра обозначает число каскадов усиления высокой частоты, средняя буква V обозначает детекторный каскад, а последняя цифра обозначает число каскадов усиления низкой частоты.

Например, 1-V-2 обозначает радиоприемник прямого усиления, имеющий каскад усиления высокой частоты, детекторный каскад и два каскада усиления низкой частоты. Супергетеродинные приемники подобной системы обозначения не имеют.

В этом разделе описана схема приемника БИ-234 — приемник прямого усиления 1-V-1 с питанием от батарей, как наиболее распространенного приемника в сельской местности до появления современного супергетеродинного приемника «Родина». Приемник БИ-234 имеет каскад усиления высокой частоты, детекторный каскад и каскад усиления низкой частоты. Схема этого приемника приведена на фиг. 123. Колебания из антенны поступают в катушку связи L_1 и через конденсатор связи C_2 в колебательный контур L_2C_1. Амплитуда этих колебаний может регулироваться изменением величины сопротивления R_1, т. е. сопротивление R_1 является регулятором громкости („волюмконтролем"). Сигналы частоты, на которую настроен колебательный контур L_2C_1, создают в нем наибольшую амплитуду напряжения, которое действует на сетку—нить лампы высокой частоты. Колебания, усиленные лампой, поступают в колебательный контур L_3 C_7, C_6, C_8, C_9. Катушка L_3 своим концом присоединена к плюсу анода (+100 *в*); с другой стороны, подвижные пластины конденсатора C_7 присоединены к земле и к минусу анода (через небольшое сопротивление R_9). Поэтому, чтобы не закоротить анодный источник питания, конденсатор C_7 отделен от катушки L_3 двумя разделительными конденсаторами C_6 и C_8. Конденсатор C_9 необходим для подстройки контура L_3 C_7, так как конденсатор C_7 находится на одной оси с конденсатором C_1 (это изображено на схеме при помощи пунктира, соединяющего стрелки обоих конденсаторов) и самостоятельно вращаться не может. Конденсатор C_3 связывает цепь сетки экранированной лампы с ее анодом в том случае, когда перемычка вынута из $Г_1$ и вставлена в гнездо $Г_2$ (для работы на двух лампах, без усиления высокой частоты). Экранирующая сетка присоединяется к плюсу анода через сопротивления R_2, R_5 и R_6. Сопротивление R_2 снижает анодное напряжение до величины, необходимой для питания экранирующей сетки. Конденсатор C_4 открывает путь токам высокой частоты от экранирующей сетки к нити накала.

С колебательного контура L_3 C_7 колебания высокой частоты подаются через конденсатор C_{10} на сетку — нить детекторной лампы. Конденсатор C_{10} и сопротивления R_3 и



Фиг. 123. Схема радиоприемника БИ-234.

R_4 образуют „гридлик". В обычных схемах в гридлик входит только одно сопротивление, здесь же включены два сопротивления из-за особенностей, присущих лампам с бариевым катодом, на которые рассчитан этот приемник (у бариевых ламп сеточный ток начинается при положительных напряжениях на сетке).

В цепи анода детекторной лампы проходит ток высокой и низкой частоты; ток высокой частоты возвращается к катоду через конденсатор C_{12} и цепь $C_{11}L_4$ C_5. Конденсатором C_5 регулируется обратная связь, которая задается на контур L_3C_7 с помощью катушки L_4, индуктивно связанной с катушкой L_3. Конденсатор C_{11} блокирует постоянное напряжение анодной батареи. Конденсатор C_{12} предоставляет путь токам высокой частоты при выведенном конденсаторе C_5. Через дроссель *Др* проходит только низкая частота и постоянная составляющая анодного тока.

Низкая частота после первичной обмотки трансформатора возвращается на нить через конденсатор C_{11}. Постоянная составляющая анодного тока детекторной лампы проходит через первичную обмотку трансформатора, сопротивление R_5 и сопротивление R_6. Сопротивление R_5 предохраняет схему от паразитной генерации и составляет вместе с конденсатором C_{14} так называемую „развязывающую цепь". Сопротивление R_6 снижает напряжение для экранирующих сеток пентода и первой лампы, а также анода детекторной лампы. Вторичная обмотка трансформатора одним концом присоединена к управляющей сетке пентода, а другая — к нити накала через конденсатор C_{13} и сопротивления R_8 и R_9. Сопротивление R_8 и конденсатор C_{13} предохраняют схему от паразитной генерации, т. е. являются „развязывающей цепью". Падение напряжения на сопротивлении R_9 служит отрицательным смещением для сетки пентода. Конденсатор C_{15} шунтирует экранирующую сетку пентода.

Громкоговоритель включен непосредственно в цепь анода пентода; сопротивление R_7 и конденсатор C_{16} улучшают звучание громкоговорителя тем, что компенсируют склонность пентода больше усиливать высокие частоты, чем низкие.

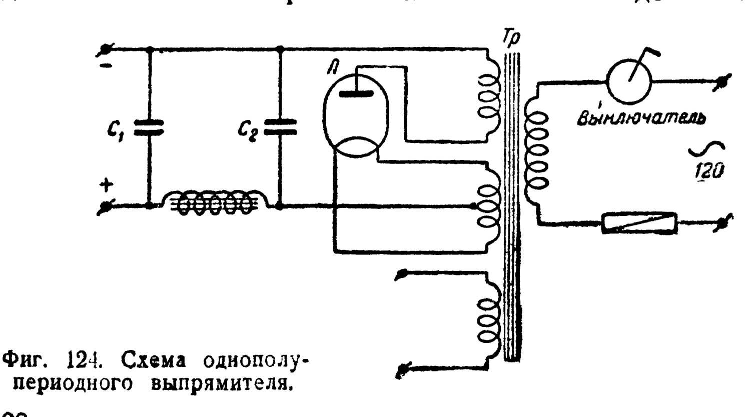
Реостатом R регулируется накал нитей ламп. Выключатель *Вк* включает батарею накала. Переключатели $П_1$ и $П_2$ являются переключателями диапазона.

В приемнике БИ-234 работают лампы СБ-154, УБ-152 и СБ-155.

Многоламповые приемники прямого усиления могут отличаться от этого приемника числом каскадов усиления высокой и низкой частоты, числом контуров и способами связи между каскадами.

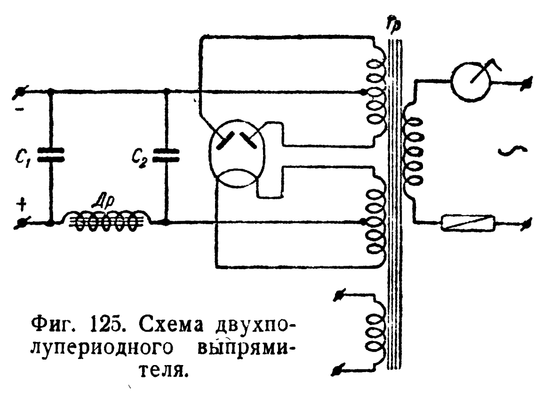
Выпрямители. Для возможности питать радиоприемник от сети переменного тока необходимо применять лампы, позволяющие накаливать их катоды непосредственно переменным током. Для этой цели применяются, главным образом, подогревные лампы. Анодные цепи приемника питать непосредственно переменным током нельзя. Переменный ток надо предварительно выпрямить и сгладить фильтром. Выпрямленное и сглаженное напряжение включается вместо батарей или аккумуляторов в анодную цепь приемника. В радиолюбительской практике встречаются два типа выпрямителей: однополупериодные и двухполупериодные.

Однополупериодные выпрямители. Схема однополупериодного выпрямителя приведена на фиг. 124. Схема состоит из силового трансформатора *Тр*, включенного в сеть переменного тока, кенотрона *Л*, дросселя фильтра *Др* и конденсаторов фильтра C_1 и C_2. Трансформатор имеет четыре обмотки. Одна обмотка (первичная) включается в сеть переменного тока, остальные три вторичные обмотки включены: одна (повышающая напряжение сети) присоединена к аноду кенотрона и фильтру; другая понижает напряжение до 5,5 *в* и служит для накала катода кенотрона, третья также понижает напряжение до 6,3 *в* и служит для накала нити ламп радиоприемника. Дроссель фильтра имеет одну обмотку, намотанную на железный сердечник. Конденсаторы фильтра C_1 и C_2 в радиолюбительских выпрямителях имеют емкость до 8—16 *мкф*



Фиг. 124. Схема однополупериодного выпрямителя.

в зависимости от мощности, снимаемой с выпрямителя, и от требования к качеству фильтрации (к величине фона переменного тока). Плавкий предохранитель в цепи первичной обмотки предохраняет трансформатор от повреждения при коротком замыкании в какой-либо из его вторичных обмоток.



Фиг. 125. Схема двухполупериодного выпрямителя.

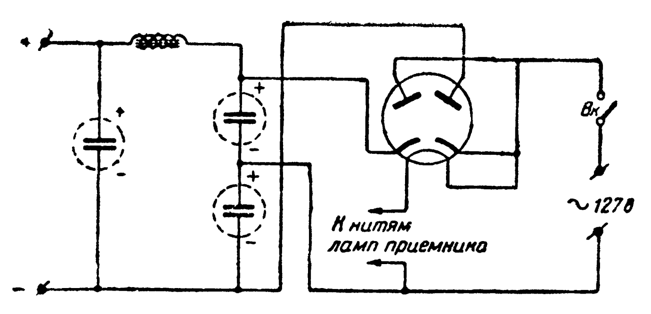
Силовой трансформатор выпрямителя может сильно влиять на цепи приемника (особенно на междуламповые трансформаторы) и быть причиной сильного фона переменного тока. Для устранения этого воздействия увеличивают расстояние между трансформаторами, экранируют выпрямитель листовым железом и, наконец, подбирают расположение междулампового трансформатора относительно силового. Наилучшее положение проверяется практически по минимуму фона в громкоговорителе, включенном в работающий приемник.

Двухполупериодные выпрямители. Схема двухполупериодного выпрямителя приведена на фиг. 125. Двухполупериодный выпрямитель имеет ряд достоинств перед однополупериодным выпрямителем. Так, выпрямленное напряжение получается большим, чем в однополупериодном выпрямителе (при одинаковой амплитуде переменного напряжения на анодах кенотрона); фон переменного тока получается меньшим.

В настоящее время почти всегда применяется двухполупериодное выпрямление. В этом выпрямителе силовой трансформатор имеет повышающую обмотку, состоящую из двух одинаковых частей, каждая из которых имеет примерно то же число витков и тот же диаметр провода, что и вся повышающая обмотка силового трансформатора, предназначенного для однополупериодного выпрямителя.

Все, что было сказано выше о помехах со стороны силового трансформатора, полностью относится и к настоящему разделу.

Выпрямитель без трансформатора. В удешевленных массовых приемниках применяются схемы выпрямителей без



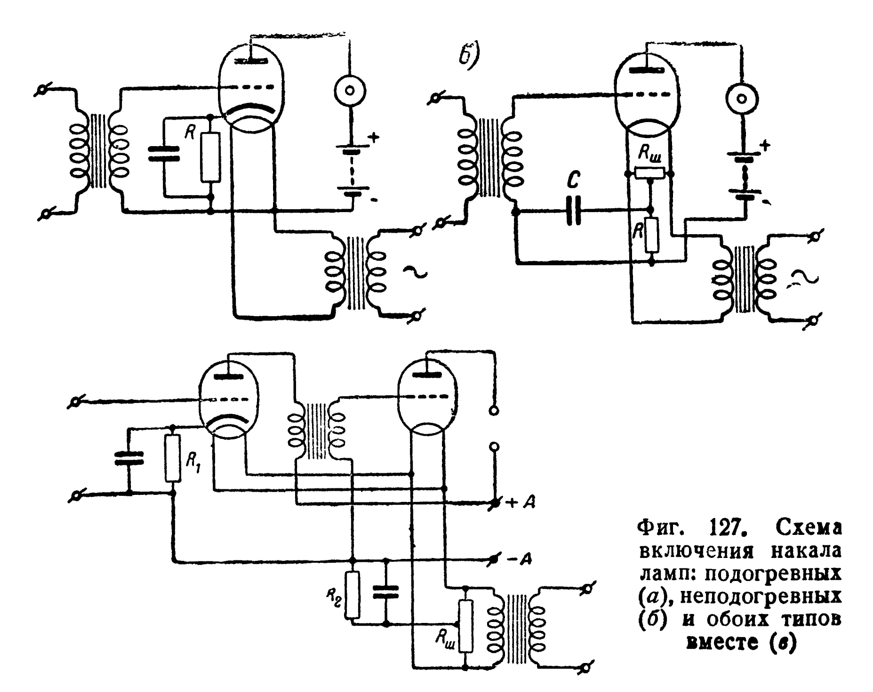
Фиг. 126. Схема выпрямителя без трансформатора.

трансформаторов. Одна из таких схем приведена на фиг. 126. Выпрямленный ток от катода кенотрона проходит через фильтр и питает анодные цепи ламп радиоприемника.

В таких приемниках нити накала ламп питаются непосредственно от сети, для чего применяются специальные радиолампы с высоковольтным накалом.

Схемы включения ламп с накалом от переменного тока. Подогревные лампы по принципу работы не отличаются от ламп, питаемых от батарей. Но включение их в схему приемника отличается от включения «батарейных» ламп тем, что подогревные лампы помимо нити накала-подогревателя имеют еще один электрод-катод, по которому проходит только ток эмиссии. На фиг. 127,*а* дана одна из схем включения трехэлектродной подогревной лампы. Здесь нить подогревателя включена в обмотку силового трансформатора. Катод соединяется с минусом анода через сопротивление R, на котором анодный ток создает падение напряжения, используемое для отрицательного смещения на сетку. Сопротивление зашунтировано конденсатором большой емкости для того, чтобы этот участок имел малое сопротивление для токов звуковой частоты. Цепь сетки присоединяется к минусу анода.

Лампы прямого накала, например, УО-186 и т. п., включаются в питаемый переменным током приемник так, чтобы минус анодного напряжения и конец сеточной цепи были присоединены к ее средней точке (нити накала). Если у обмотки накала нет средней точки, то средняя точка создается при помощи специального шунтирующего сопротивления $R_ш$ (фиг. 127,*б*), величина которого равна обычно 40—100 *ом*. Такое включение цепи сетки устраняет часть фона переменного тока, обусловленную периодическими изменениями на-



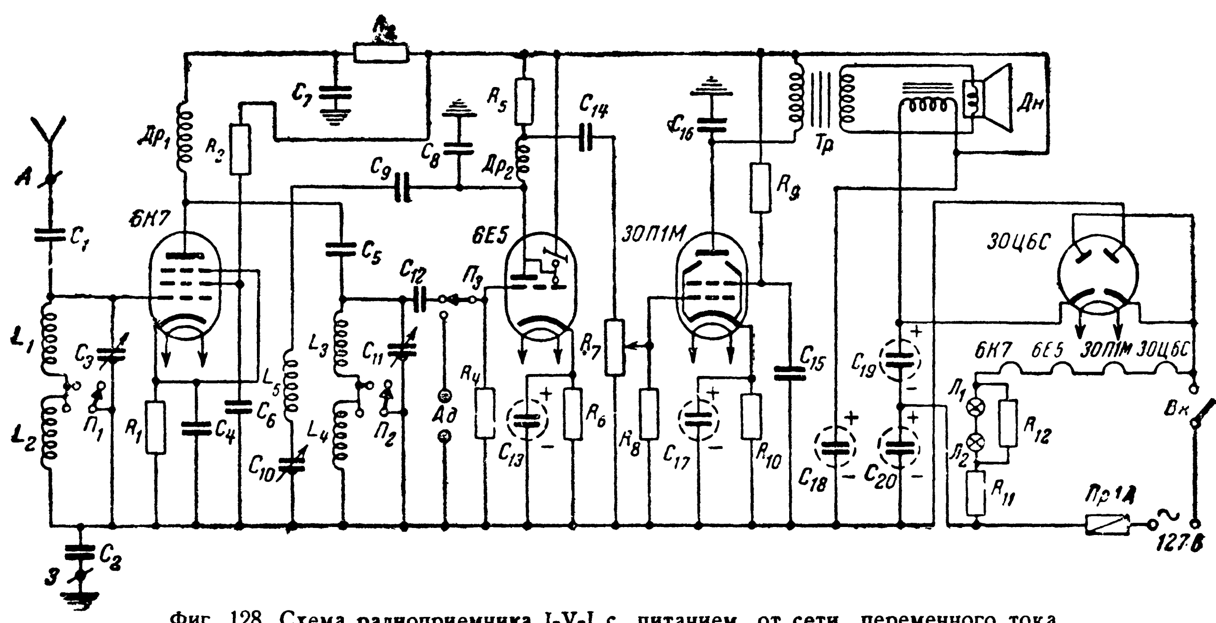
Фиг. 127. Схема включения накала ламп: подогревных (*а*), неподогревных (*б*) и обоих типов вместе (*в*)

пряжения на концах нити накала и неизбежно возникающего при соединении сетки к одному из ее концов.

На фиг. 127,*в* показано включение подогревной и неподогревной ламп в общую обмотку накала. При таком включении через сопротивление R_2 проходит анодный ток только неподогревной лампы, через сопротивление R_1 —анодный ток только подогревной лампы, следовательно, у обеих ламп отрицательное смещение отдельное.

В многоламповых схемах совместное питание подогревных и неподогревных ламп не рекомендуется ввиду возможности появления фона переменного тока.

Схема радиоприемника, питаемого от сети переменного тока. На фиг. 128 приведена схема приемника I-V-I, питаемого от сети переменного тока. Этот приемник—прямого усиления и кроме трех основных ламп имеет еще и выпрямительную. Первый каскад работает на лампе типа 6К7 (пентод). Колебания от антенны через конденсатор связи C_1 поступают в зависимости от положения переключателя $П_1$ на контур L_1C_2 (на средних волнах) или на контур $L_1L_2C_2$ (длинные



Фиг. 128. Схема радиоприемника I-V-I с питанием от сети переменного тока.

волны). Выделенные контуром колебания усиливаются лампой 6К7. Для обеспечения правильного режима усиления на сетку лампы подается с зажимов сопротивления R_1, по которому проходят токи анода и экранной сетки лампы, отрицательное смещение. Конденсатор C_4 шунтирует сопротивление R_1 для токов высокой частоты. В анодную цепь лампы 6К7 включен дроссель $Др_1$ и колебательный контур $L_3L_4C_{11}$. Через дроссель $Др_1$ на анод лампы подается от выпрямителя через сопротивление R_3 положительное напряжение. Сопротивление R_3 и конденсатор C_7 образуют дополнительный фильтр в цепи анода лампы усиления высокой частоты, что повышает устойчивость работы схемы. Питание экранной сетки лампы 6К7 осуществляется через сопротивление R_2. Конденсатор C_6 открывает путь токам высокой частоты с сетки на катод.

Лампа 6Е5 работает как детектор и предварительный усилитель низкой частоты. На сетку этой лампы колебания с зажимов контура $L_3L_4C_{11}$ поступают через конденсатор C_{12}. Сопротивление R_4 — утечка сетки. Анод лампы присоединен к дросселю $Др_2$ и цепи обратной связи ($C_9L_5C_{10}$). Конденсатор C_9 — блокирующий (отделяет напряжение выпрямителя от катушки L_5 и конденсатора C_{10}). Сила тока, проходящего через катушку обратной связи L_5, зависит от введенной емкости конденсатора переменной емкости C_{10}, т. е. величина обратной связи регулируется конденсатором C_{10}. Конденсатор C_8 отводит часть токов высокой частоты на землю.

Для улучшения условий усиления колебаний низкой частоты на сетку лампы 6Е5 подается с зажимов сопротивления R_6 отрицательное смещение. Электролитический конденсатор C_{13} шунтирует сопротивление R_6 для токов звуковой частоты.

В нижнем положении переключателя $П_3$ к сетке лампы 6Е5 присоединяется адаптер *Ад* для воспроизведения граммофонных записей.

Лампа 6Е5 имеет дополнительные электроды и может служить оптическим индикатором настройки (см. ниже).

В цепи анода детектора одновременно проходят токи высокой и низкой частот. Ток низкой частоты свободно проходит через дроссель высокой частоты $Др_2$ и разветвляется частью на сопротивление R_5 и частью на цепь $C_{14}R_7$. Конденсатор C_{14} блокирует сетку лампы 30П1М от анодного напряжения, но свободно пропускает токи звуковой частоты.

В зависимости от положения движка потенциометра R_7 на сетку лампы 3ОП1М подается та или иная часть напряжения звуковой частоты, образующегося на зажимах сопротивления R_7. Сопротивление R_8 дополнительно шунтирует цепь сетки выходной лампы.

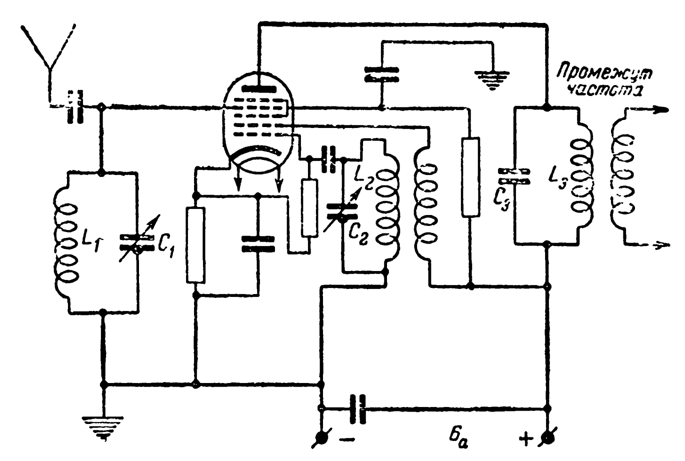
Выходная лампа 3ОП1М питает через трансформатор *Тр* динамик *Дн*. Для улучшения звучания в цепь анода включен конденсатор C_{16}, шунтирующий первичную обмотку трансформатора *Тр* преимущественно на высоких звуковых частотах. Напряжение на экранную сетку подается через сопротивление R_9. Конденсатор C_{15} шунтирует сетку на землю. Сопротивление R_{10} служит для подачи отрицательного смещения на управляющую сетку лампы 3ОП1М. Конденсатор C_{17} шунтирует сопротивление R_{10} для токов звуковой частоты.

Представляет интерес силовая часть схемы. Приемник не имеет, как видно из схемы, силового трансформатора. Нити всех ламп соединены последовательно и через балластные лампы $Л_1$, $Л_2$ и сопротивления R_{12} и R_{11} включаются непосредственно в сеть переменного тока с напряжением 127 *в*. В этой цепи стоит предохранитель *Пр* и выключатель *Вк*. Выпрямительная лампа включена по приведенной выше схеме фиг. 126, в которой конденсаторы C_{19} и C_{20} последовательно заряжаются выпрямленным током лампы 3ОЦ6С, а разряжаются через обмотку подмагничивания динамика на лампы радиоприемника. В данном случае обмотка подмагничивания динамика используется в качестве дросселя фильтра. Для сглаживания пульсаций на выходе выпрямительной схемы включен конденсатор C_{18}.

Приемник может быть присоединен к заземлению только через конденсатор C_2. Непосредственное присоединение заземления к шасси приемника может вызвать короткое замыкание сети переменного тока на землю.

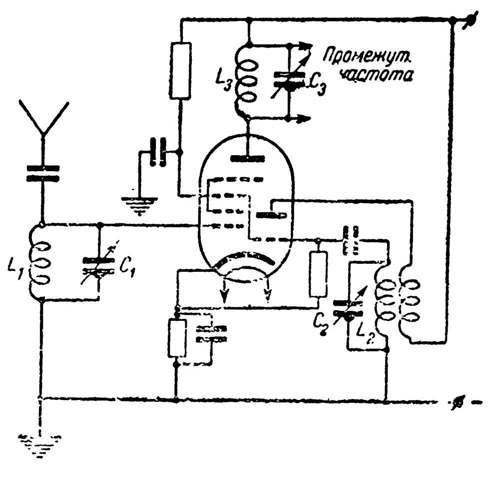
Разобранный приемник подробно описан в журнале «Радио» (№ 2 за 1947 г.), где приведены все данные деталей и их конструкции.

Схема включения пентагрида и триод-гексода. Пентагрид используется в супергетеродинных приемниках в качестве так называемой преобразовательной лампы, т. е. служит одновременно для создания вспомогательных колебаний и смешений их с проходящими сигналами. Пентагрид с помощью катода и первых двух сеток (вторая сетка работает как анод), генерирует колебания высокой частоты. Третья и пятая сетки экра-



Фиг. 129. Схема включения пентагрида.

нируют от анода и первых двух сеток четвертую (управляющую) сетку, которая присоединяется к колебательному контуру, связанному с антенной (или каскадом предварительного усиления высокой частоты). Анод лампы присоединяется к трансформатору промежуточной частоты. Схема включения пентагрида приведена на фиг. 129. Колебательный контур L_1C_1 включен в антенну и присоединен к четвертой сетке. Пусть этот контур настроен на частоту 1 000 000 *гц*. С помощью контура L_2 C_2 настроим генератор, для которого роль генераторной лампы выполняет катод и две первые сетки, на частоту 600 000 *гц*. Тогда в цепи анода пентагрида появятся колебания с частотой 1 000 000 — 600 000 = 400 000 *гц*, которая называется промежуточной и на которую настроен контур L_3C_3 трансформатора промежуточной частоты.

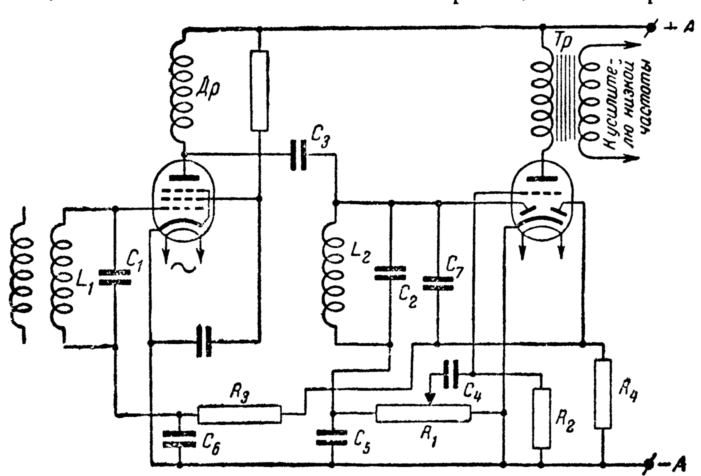


Фиг. 130. Схема включения триод-гексода.

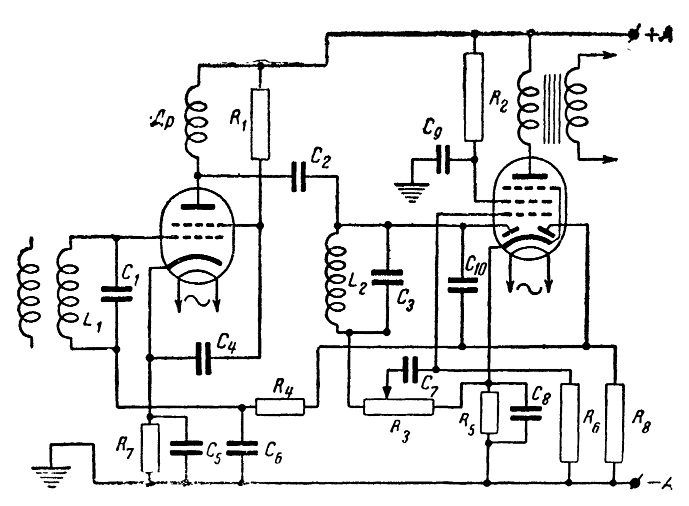
Из других типов преобразователей частоты мы приведем схему преобразователя с триод-гексодом (фиг. 130). Правая часть лампы, состоящая из катода, сетки и анода, совместно с присоединенным контуром L_2C_2 и катушкой обратной связи, является генератором местных колебаний (гетеродином). Левая часть лампы работает в качестве смесителя; в анодной цепи лампы при помощи контура L_3C_3 выделяются колебания промежуточной частоты. Контур L_1C_1 настраивается на принимаемую радиостанцию.

Схема включения ламп ДДТ. Из большого числа схем включения ламп ДДТ рассмотрим только одну из них—с детектированием и автоматической регулировкой усиления или громкости (АРУ или АРГ).

На фиг. 131 изображены в упрощенном виде два каскада приемника с целью показать только, как осуществляются АРГ и диодное детектирование. В первом каскаде усиления промежуточной частоты работает лампа «варимю», которая дает тем меньшее усиление, чем больше отрицательное смещение на ее управляющей сетке. Из первого каскада колебания поступают в контур L_2C_2. При наличии колебаний в этом контуре в цепи левого диода появится выпрямленный ток, который будет содержать как колебания высокой, так и низкой частот. Колебания высокой частоты шунтируются конденсатором C_5. Колебания низкой частоты проходят по сопротивле-



Фиг. 131. Схема, иллюстрирующая действие автоматической регулировки громкости.



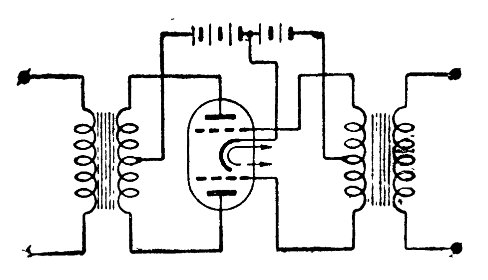
Фиг. 132. Схема АРГ с использованием лампы ДДП.

нию R_1 и создают на нем падение напряжения, часть которого снимается через конденсатор C_4 на сетку лампы ДДТ. Правый диод питается от контура L_2C_2 через конденсатор C_7. Постоянная составляющая выпрямленного напряжения обуславливает отрицательное смещение на сетку лампы «варимю». Сопротивление R_3 и конденсатор C_6 образуют фильтр.

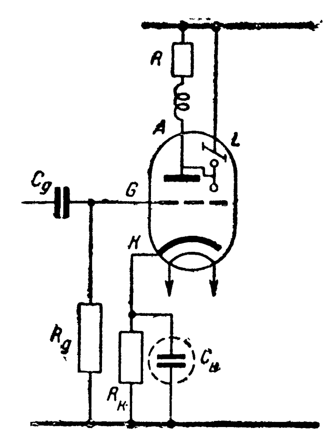
Чем сильнее колебания в контуре L_2C_2, тем больше смещение и тем слабее усиливает первый каскад, и наоборот, чем слабее колебания в контуре L_2C_2, тем меньше смещение, тем больше усиливает лампа первого каскада. В результате громкость работы приемника почти не изменяется.

Триодная часть ДДТ усиливает колебания низкой частоты; усиленные колебания через трансформатор *Тр* подаются на последующий каскад усиления низкой частоты.

Схема включения ДДП. Полная схема включения двойного диод-пентода (фиг. 132) отличается от схемы включения ДДТ только наличием внешней цепи экранирующей сетки, отсутствующей у ДДТ. Сопротивление R_1 и конденсатор C_6 выполняют роль R_3 и C_6 предыдущей схемы и «развязывают» сетку первой лампы, пропуская только постоянную составляющую смещения. Сопротивление R_5 включено для подачи отрицательного смещения на управляющую сетку и правый диод за счет падения части анодного напряжения. В результате этого в цепи правого диода выпрямленный ток появляется



Фиг. 133. Схема включения двойного триода в схему пушпульного каскада.

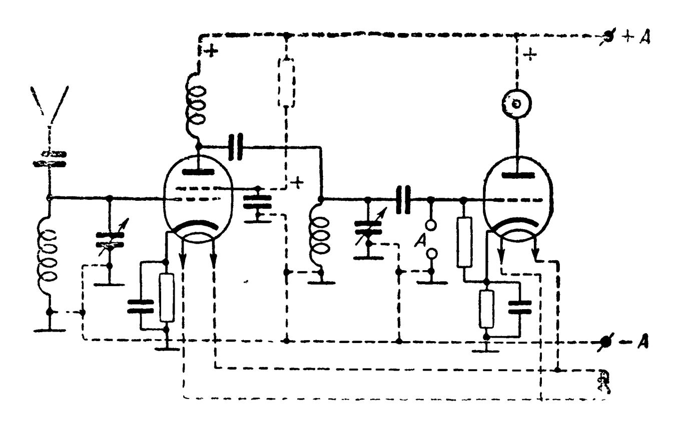


Фиг. 134. Схема включения электронного индикатора настройки.

только тогда, когда напряжение на контуре превысит величину отрицательного смещения, т. е. АРГ работает «с задержкой». Конденсатор C_8 шунтирует сопротивление.

Включение двойного триода (ДТ). Электронная лампа ДТ используется в пушпульных каскадах усиления низкой частоты. Схема включения ДТ в пушпульной схеме приведена на фиг. 133. Лампы типа ДТ имеют «правую характеристику», т. е. ток анода при отсутствии колебаний невелик. Поэтому этим лампам не задается отрицательного смещения на сетку или же оно бывает очень небольшим.

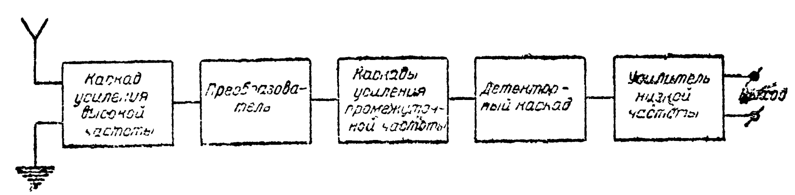
Индикатор настройки. Электронный индикатор настройки или просто индикатор настройки является обязательным элементом большинства современных радиоприемников. На фиг. 134 показана схема включения индикатора 6Е5 (см. схему фиг. 128). Лампа 6Е5 имеет катод K (с подогревателем), сетку G, анод A с отражателем и светящийся экран L. Схема хорошо работает только тогда, когда в цепи анода включено высокоомное сопротивление R. При точной настройке на радиостанцию на сетке G образуется отрицательное смещение (за счет эффекта выпрямления в цепи сетки), ток в цепи анода A уменьшается, а следовательно, возрастает напряжение на аноде (уменьшается падение напряжения на сопротивлении R). Отражатель, присоединенный к аноду, расположен на пути электронов, летящих от катода к светящемуся под их воздействием экрану L. Отражатель вызывает на экране тень в виде темного сектора. Когда на отражателе возрастает на-



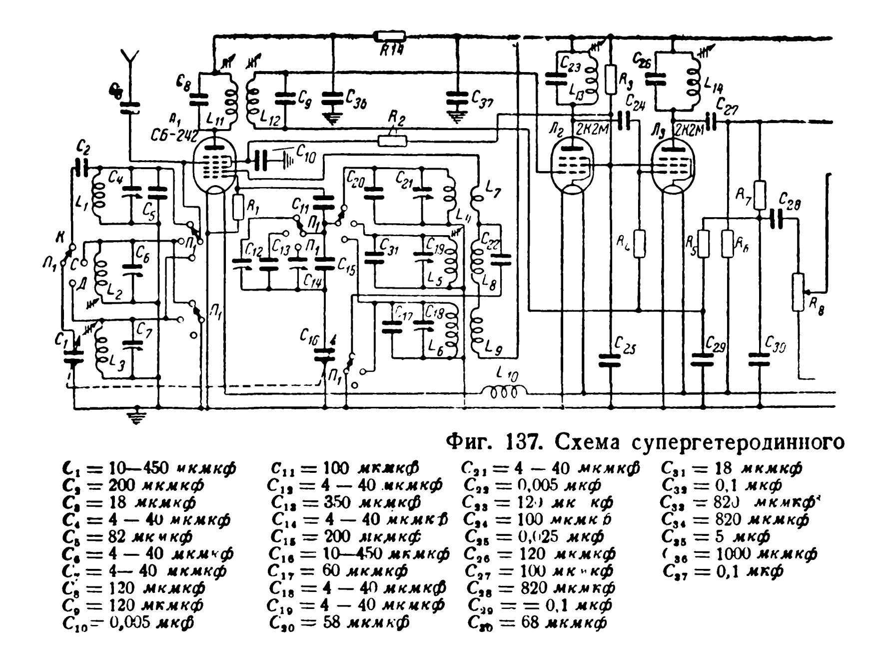
Фиг. 135. Пример упрощенной радиосхемы.

пряжение, он перестает мешать полету электронов на экран, и темный сектор сужается. Наоборот, при отсутствии точной настройки темный сектор расширяется. Таким образом, наибольшему сужению темного сектора способствует наиболее точная настройка на радиостанцию.

Об упрощениях в начертании схем. Начертания схем современных приемников и передатчиков подчас весьма громоздки. Чтобы упростить чтение такой схемы, часть цепей полностью не изображается. Этот прием применяется в основном к таким цепям, которые присоединяются всегда одним и тем же способом, и поэтому выглядит на схемах всегда одинаково. Этот же прием применяется и тогда, когда желательно подчеркнуть в схеме только то, о чем идет речь в тексте, и неинтересующие в данный момент цепи опускаются. В качестве примера приведена схема фиг. 135. В этой схеме пунктиром дорисованы опущенные участки цепи, в соответствии с фактическими соединениями, имеющими место в схеме.



Фиг. 136. Скелетная схема супергетеродина.



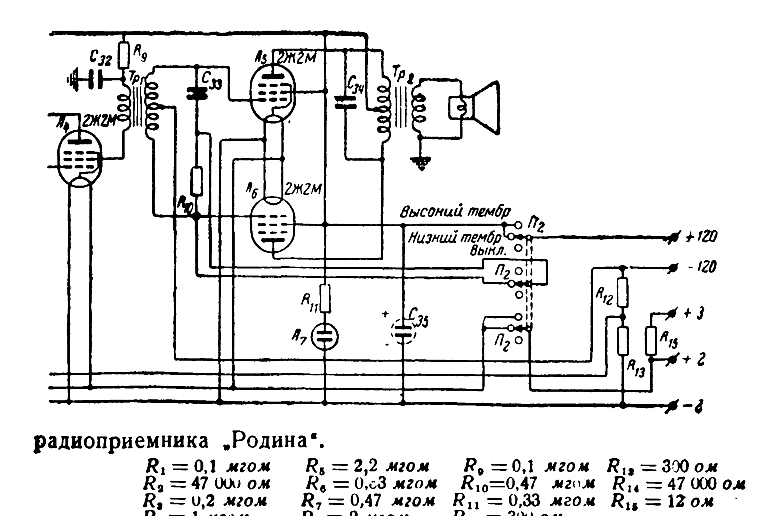
Фиг. 137. Схема супергетеродинного

C_1 = 10—450 мкмкф
C_2 = 200 мкмкф
C_3 = 18 мкмкф
C_4 = 4 — 40 мкмкф
C_5 = 82 мкмкф
C_6 = 4 — 40 мкмкф
C_7 = 4—40 мкмкф
C_8 = 120 мкмкф
C_9 = 120 мкмкф
C_{10} = 0,005 мкф
C_{11} = 100 мкмкф
C_{12} = 4 — 40 мкмкф
C_{13} = 350 мкмкф
C_{14} = 4 — 40 мкмкф
C_{15} = 200 мкмкф
C_{16} = 10—450 мкмкф
C_{17} = 60 мкмкф
C_{18} = 4 — 40 мкмкф
C_{19} = 4 — 40 мкмкф
C_{20} = 58 мкмкф
C_{21} = 4 — 40 мкмкф
C_{22} = 0,005 мкф
C_{23} = 120 мкмкф
C_{24} = 100 мкмкф
C_{25} = 0,025 мкф
C_{26} = 120 мкмкф
C_{27} = 100 мкмкф
C_{28} = 820 мкмкф
C_{29} = 0,1 мкф
C_{30} = 68 мкмкф
C_{31} = 18 мкмкф
C_{32} = 0,1 мкф
C_{33} = 820 мкмкф
C_{34} = 820 мкмкф
C_{35} = 5 мкф
C_{36} = 1000 мкмкф
C_{37} = 0,1 мкф

Супергетеродинные радиоприемники. Приемник супергетеродинного типа в наиболее простом варианте немногим сложнее приемника прямого усиления. Супергетеродин же, построенный по сложной схеме представляет собой весьма громоздкое многоламповое устройство, и налаживание его может быть осуществлено в большинстве случаев лишь при наличии специальных измерительных приборов. Ввиду больших достоинств супергетеродинных приемников по сравнению с приемниками прямого усиления радиопромышленность выпускает в настоящее время только супергетеродины.

На фиг. 136 приведена скелетная схема супергетеродина. В первых каскадах осуществляется усиление высокой частоты (в простейших суперах эти каскады отсутствуют). Следующий каскад—преобразователь частоты. После преобразователя частоты следуют каскады усиления промежуточной частоты, выделяющейся в преобразователе. После детектирования токи звуковой частоты усиливаются каскадами усиления низкой частоты и затем приводят в действие динамик.

В качестве примера рассмотрим схему супергетеродинного приемника «Родина» (фиг. 137) шестилампового приемника



радиоприемника „Родина".

$R_1 = 0{,}1$ *мгом* $R_5 = 2{,}2$ *мгом* $R_9 = 0{,}1$ *мгом* $R_{13} = 300$ *ом*
$R_2 = 47\ 000$ *ом* $R_6 = 0{,}33$ *мгом* $R_{10} = 0{,}47$ *мгом* $R_{14} = 47\ 000$ *ом*
$R_3 = 0{,}2$ *мгом* $R_7 = 0{,}47$ *мгом* $R_{11} = 0{,}33$ *мгом* $R_{15} = 12$ *ом*
$R_4 = 1$ *мгом* $R_8 = 2$ *мгом* $R_{12} = 390$ *ом*

с питанием от батарей. Первый каскад—преобразователь на лампе типа СБ-242 (пентагрид). Далее следуют два каскада усиления промежуточной частоты на лампах 2К2М (пентоды). Детекторный каскад работает на лампе 2Ж2М. Эта же лампа работает в первом каскаде усиления низкой частоты. Две последние лампы типа 2Ж2М работают в двухтактном (пушпульном) каскаде усиления низкой частоты и через выходной трансформатор питают динамик с постоянным магнитом. Приемник питается от батареи накала с напряжением 2 *в* или 3 *в* и анодной батареи с напряжением 120 *в*.

Проследим работу этой схемы. Воспринятые антенной колебания высокой частоты поступают через конденсатор связи C_3 в контур цепи четвертой сетки лампы $Л_1$ (этот контур называется преселектором). В зависимости от диапазона волн переключатель $П_1$ включает в цепь четвертой сетки либо контур L_1C_1 (короткие волны), либо контур L_2C_1 (средние волны), либо контур L_3C_1 (длинные волны). Контуры имеют различные величины индуктивности катушек L_1, L_2 и L_3 и различные величины емкости дополнительных конденсаторов $C_4 + C_5$ (короткие волны), C_6 (средние волны) и C_7 (длинные

волны), благодаря чему и осуществляется настройка на различные по длине волны (от 24,2 до 2 000 *м*). Конденсатор C_2 включается в контур на коротких волнах последовательно с конденсатором переменной емкости C_1, благодаря чему: 1) уменьшается их общая емкость и получается возможность произвести настройку контура на наиболее короткие волны (24,2 — 32,6 *м*); 2) шкала настройки приемника получается более растянутой, что позволяет более легко осуществлять поиски различных коротковолновых радиостанций. Первая и вторая сетки лампы $Л_1$ связаны с контурами гетеродина. В цепь первой сетки входят контуры L_4C_{16} (короткие волны), L_5C_{16} (средние волны) и L_6C_{16} (длинные волны). Конденсаторы C_{20}, C_{21} и C_{12} и C_{15} являются подстроечными на коротких волнах, конденсаторы C_{31}, C_{19}, C_{13} и C_{15} — на средних волнах и конденсаторы C_{17}, C_{18} и C_{14} и C_{15} — на длинных волнах. Настройкой этих контуров определяется правильность настройки приемника на различные ридиостанции, указанные на его шкале. Катушка L_7 является катушкой обратной связи на коротких волнах, катушка L_8 — на средних волнах и катушка L_9 — на длинных волнах. Конденсатор C_{22} на коротких волнах образует прямой путь токам высокой частоты на общий минус. На средних волнах для уменьшения вредного взаимовлияния со средневолновым контуром длинноволновая катушка L_6 замыкается накоротко переключателем $П_1$. Конденсатор C_{11} и сопротивление R_1 образуют „гридлик" гетеродина. В анодной цепи лампы $Л_1$ включен трансформатор высокой частоты, настроенный на промежуточную частоту („фильтр промежуточной частоты"). Его первичная цепь состоит из контура $L_{11}C_8$, а вторичная цепь — из контура $L_{12}C_9$. Катушки L_{11} и L_{12} имеют высокочастотные магнитные сердечники, с помощью которых можно изменять индуктивность и тем самым осуществлять (на заводе) настройку фильтров. Экранирующая сетка лампы $Л_1$ получает питание от анодной батареи через сопротивления R_2 и R_3. Конденсатор C_{10} дает путь на общий минус переменной составляющей тока экранирующей сетки. Таким образом, сопротивление R_2 и конденсатор C_{10} являются своеобразным фильтром, разделяющим экранирующую сетку первой лампы от других цепей и от общего анодного источника, что весьма важно для повышения устойчивости работы схемы. Эту же роль в цепи анода лампы $Л_1$ выполняют сопротивление R_{14} и конденсаторы C_{33} и C_{34}. Второй контур $L_{12}C_9$ фильтра промежуточной

частоты присоединен одним концом в первой сетке лампы $Л_2$ а другим — к общему минусу через конденсатор C_{29} (по промежуточной частоте) и через сопротивления R_5 и R_7 к нагрузке детектора (по постоянному току) R_6 для осуществления АРГ.

Лампа $Л_2$ получив на первую сетку с зажимов фильтра колебания промежуточной частоты, усиливает их, и в результате на зажимах анодного контура $L_{13}C_{23}$ создаются усиленные колебания. Контур $L_{13}C_{23}$ настроен на промежуточную частоту. Далее колебания поступают через конденсатор C_{24} на сетку лампы $Л_3$ второго каскада усиления промежуточной частоты. Через сопротивление R_4 подается с сопротивления R_6 смещение на сетку, благодаря чему осуществляется АРГ. Экранирующая сетка лампы $Л_2$ совместно с экранирующей сеткой следующей лампы $Л_3$ питается от анодной батареи через сопротивление R_3. Конденсатор C_{25} открывает путь токам промежуточной частоты на обший минус. Прохождение постоянных составляющих токов экранирующих сеток ламп $Л_1$, $Л_2$ и $Л_3$ через сопротивление R_3 вызывает падение напряжения, что приводит к понижению потенциалов на этих сетках (необходимо для нормальной работы пентодов).

В анодную цепь лампы $Л_3$ включен настроенный на промежуточную частоту контур $L_{14}C_{26}$. Усиленные колебания с анода лампы через конденсатор C_{27} подаются над анод лампы $Л_4$. Анодная цепь этой лампы используется в качестве диода, на анод положительное напряжение анодной батареи не подается. Колебания промежуточной частоты, питающие анодную цепь, детектируются и на нагрузке R_6 выделяется постоянная составляюшая и колебания звуковой частоты. Постоянная составляющая используется для работы схемы АРГ и подается на сетки ламп $Л_1$ и $Л_2$. Конденсатор C_{30} шунтирует на землю токи промежуточной частоты, а конденсатор C_{29} — токи звуковой частоты (необходимо для избежания уменьшения глубины модуляции).

Колебания звуковой частоты через конденсатор C_{38} подаются по потенциометру R_8 и с его движка подаются на сетку лампы $Л_4$. Экранирующая сетка этой лампы используется в качестве анода в схеме предварительного усиления низкой частоты. Следовательно, в этой схеме пентод 2Ж2М используется в качестве комбинированной лампы диод-триод.

Трансформатор $Тр_1$, имея вторичную обмотку со средней точкой, позволяет перейти к пушпульной схеме выходного каскада. Сопротивление R_9 и конденсатор C_{32} образуют фильтр низкой частоты и защищают схему от самовозбуждения по низкой частоте. Конденсаторы C_{33} и C_{34} и сопротивление R_{10} служат для коррекции частотной характеристики выходного каскада. Вторичная обмотка выходного трансформатора $Тр_2$ питает динамик с постоянным магнитом. Конденсатор C_{35} (электролитический) шунтирует анодную батарею и служит для предупреждения возможности самовозбуждения приемника. Неоновая лампа $Л_7$ является индикатором включения анодного питания; сопротивление R_{11} ограничивает силу тока. Нижние контакты переключателя $П_2$ предназначены для выключения батареи накала. Сопротивления R_{12} и R_{13} позволяют осуществить подачу отрицательного смещения на сетки ламп. На сопротивлении R_{15} гасится часть излишнего напряжения батареи накала, если батарея мало разряжена (напряжение 3 *в* вместо необходимых 2 *в*). В цепи накала первой лампы включен дроссель L_{10}, отфильтровывающий токи высокой частоты, что сообщает работе схемы дополнительную устойчивость.

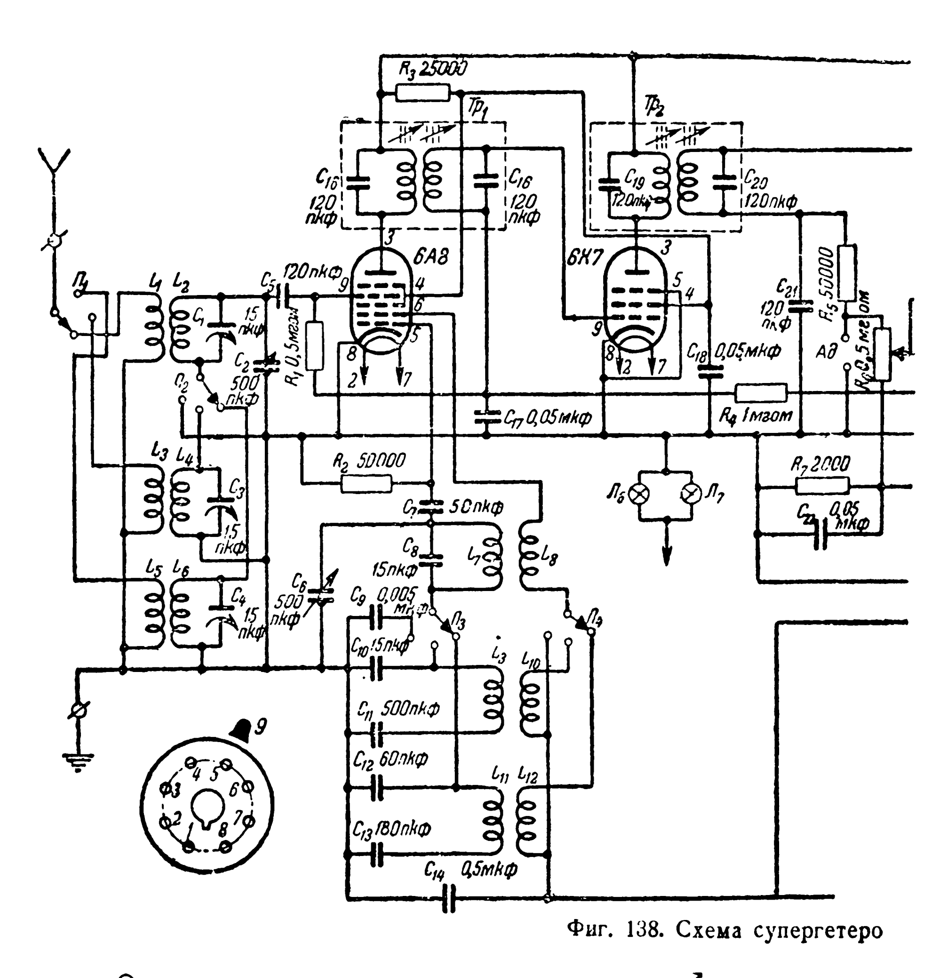
Подробное описание схемы и конструкции приемника «Родина» дано в № 1 журнала «Радио» за 1946 г.

Супергетеродин с питанием от сети переменного тока. Супергетеродинный радиоприемник с питанием от сети переменного тока принципиально не отличается от супергетеродина с питанием от батарей, к схеме которого добавляется лишь выпрямитель. Однако, применение подогревных ламп позволяет создавать весьма разнообразные по замыслу схемы. Кроме того, возможность расходования значительно большей мощности от сети переменного тока позволяет создавать многоламповые схемы. Зачастую удается сочетать и в малоламповом супере и экономичность, и простоту, и хорошие электрические и эксплоатационные характеристики. Одна из таких схем всеволнового четырехлампового супергетеродина РЛ-1 приведена на фиг. 138 (журнал «Радио», № 1, 1947 г.).

Первый каскад (лампа 6А8) является преобразователем частоты. Второй каскад (лампа 6К7) усиливает колебания промежуточной частоты. В третьем каскаде (лампа 6Г7— двойной диод-триод) осуществляется детектирование колебаний и их выпрямление с целью подачи отрицательного смещения на сетки ламп 6А8 и 6К7 (для автоматической регули-

ровки усиления), и усиление колебаний низкой частоты, получающихся на выходе детектора. Четвертый каскад является мощным усилителем (лампа 6Ф6). Выпрямитель и его лампа (5Ц4) обычно не учитываются при определении числа ламп, поэтому описываемый супер считается четырехламповым.

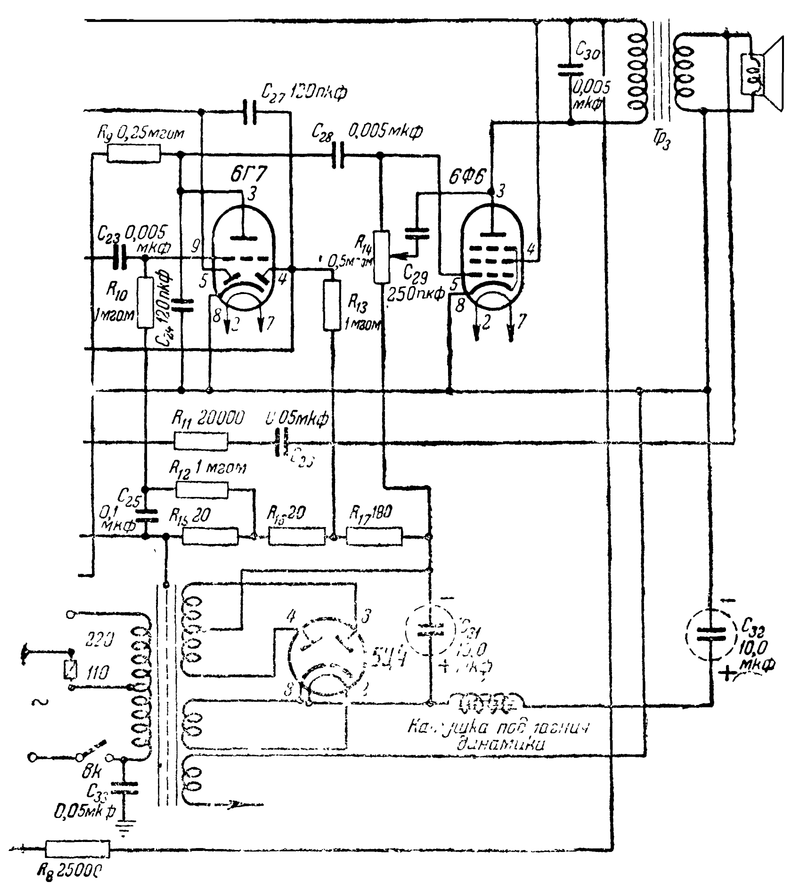
В зависимости от положения переключателя поддиапазонов ($П_1$) в цепь антенны включается одна из катушек связи: либо катушка L_1 (короткие волны), либо катушка L_3 (средние волны), либо катушка L_5 (длинные волны). Катушка L_1 индуктивно связана с катушкой L_2 коротковолнового контура, состоящего помимо катушки L_2 из конденсатора переменной емкости C_2 и подстроечного конденсатора полупеременной емкости (триммера) C_1. Этот контур одним своим концом присоединен к управляющей сетке лампы 6А8 (через конденсатор C_5), а другим концом,—когда переключатель $П_2$ стоит в крайнем левом положении, —к общему минусу. Таким образом, при крайнем левом положении переключателей $П_1$ и $П_2$ антенна присоединяется к катушке связи L_1, которая подает колебания в контур L_2C, включенный между сеткой лампы 6А8 и общим минусом. Переключатели $П_3$ и $П_4$ в этом случае находятся также в крайнем левом положении. Соответственно с этим первая сетка лампы 6А8 оказывается присоединенной к коротковолновому колебательному контуру гетеродина (L_7C_6), а вторая сетка — к катушке обратной связи L_8, индуктивно связанной с катушкой L_7. Поэтому в гетеродинной части пентагрида 6А8 возникают необходимые для приема коротковолновых радиостанций колебания. Так как разность между частотой принимаемой радиостанции и частотой гетеродина должна быть равна промежуточной частоте, то для соблюдения этого условия при любом положении ротора конденсатора C_6 с целью осуществления подстройки (при первоначальном налаживании) в контур L_7C_6 включены дополнительные конденсаторы C_8 и C_9 (конденсатор C_9 иногда называют „педингöвым“). Конденсатор C_7 и сопротивление R_2 образуют „гридлик“ в цепи сетки гетеродина. Конденсатор C_5 изолирует по постоянному току управляющую сетку лампы 6А8 от контура, благодаря чему через сопротивление утечки сетки R_1 можно подавать смещение с целью осуществления автоматической регулировки усиления (см. ниже). Конденсатор C_{14} шунтирует токи высокой частоты на землю и не допускает возникающие в гетеродине колебания проходить по основным каскадам приемни-



Фиг. 138. Схема супергетеро

ка. Отметим, что плюс анодного напряжения через катушку обратной связи L_8 подается на вторую сетку лампы 6А8.

На средних волнах (среднее положение переключателей $П_1$, $П_2$, $П_3$ и $П_4$) в соответствующие сетки лампы 6А8 включаются средневолновые контуры и катушки связи, а на длинных волнах (правое положение всех упомянутых переключателей) к электродам лампы присоединяются длинноволновые контуры и катушки связи. Коротковолновые контуры и катушка обратной связи L_8 при этом не выключается из схемы,



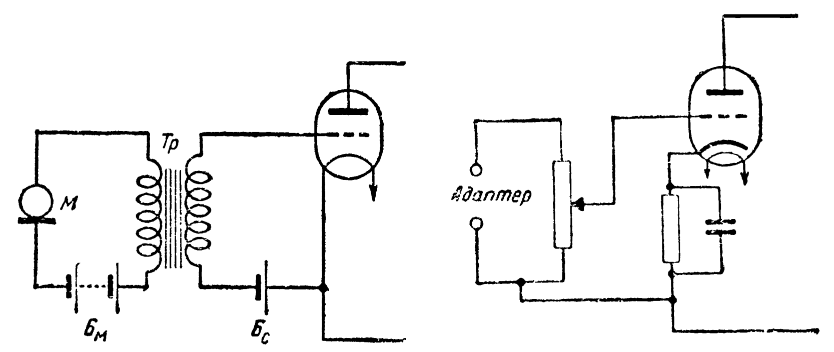
дина на переменном токе.

что заметно не сказывается на нормальной работе приемника из-за большой разницы в частотах на коротковолновом диапазоне и диапазонах средних и длинных волн. Конденсаторы C_{11} (средние волны) и C_{13} (длинные волны) являются падинговыми. Конденсаторы C_{10} и C_{12} позволяют подстраивать контуры гетеродина соответственно на средних и длинных волнах.

В цепи анода лампы 6А8 проходит ток промежуточной частоты. Нагрузкой цепи анода 6А8 является настроенный

трансформатор промежуточной частоты $Тр_1$ (точнее, фильтр промежуточной частоты). Катушки фильтра имеют высокочастотные выдвижные сердечники, с помощью которых осуществляется первоначальная настройка фильтра в резонанс с колебаниями промежуточной частоты.

Колебания с зажимов вторичной цепи фильтра ($Тр_1$) подаются на сетку лампы 6К7, являющуюся усилителем промежуточной частоты. Нижний конец катушки второго контура $Тр_1$ присоединен подобно сопротивлению R_1 к цепи АРГ Экранирующие сетки лампы 6А8 и 6К7 питаются от выпрямителя через общее понижающее сопротивление R_3. Конденсатор C_{18} шунтирует эти сетки на землю. В цепь анода лампы 6К7 включен такой же фильтр $Тр_2$, как и фильтр $Тр_1$. Усиленные лампой колебания промежуточной частоты с зажимов вторичного контура фильтра $Тр_2$ поступают на диоды лампы 6Г7. Верхний зажим присоединен непосредственно к аноду левого диода и через конденсатор C_{27}—к аноду правого диода. Выпрямленные колебания в цепи левого диода проходят по вторичной катушке $Тр_2$, по сопротивлениям R_5, R_6 и R_7 и попадают через общий минус на катод лампы 6Г7. В рассматриваемой цепи конденсатор C_{21} шунтирует сопротивления R_5, R_6 и R_7, благодаря чему токи промежуточной частоты свободно проходят на землю. Напряжение звуковой частоты в основном падает на сопротивлении R_6, с которого часть его потенциометрически снимается на сетку лампы 6Г7. Следовательно, положением движка потенциометра R_6 может осуществляться регулировка громкости. Конденсатор C_{23} отделяет по постоянному току сетку лампы 6Г7 от постоянной составляющей выпрямленного напряжения (при отсутствии этого конденсатора смещение на сетке лампы 6Г7 зависело бы от силы сигналов, что недопустимо). Постоянное смещение на сетку 6Г7 подается от выпрямителя через систему сопротивлений R_{10}, R_{13}, R_{15}, R_{16} и R_{17}. Триодная часть лампы 6Г7 является усилителем низкой частоты на сопротивлениях. В анодную цепь лампы включено сопротивление нагрузки R_9. Усиленное напряжение с анода 6Г7 через конденсатор C_{28} подается на сетку выходной лампы 6Ф6. Смещение на сетку 6Ф6 подается от выпрямителя с сопротивлений R_{15}, R_{16} и R_{17}. В анодную цепь 6Ф6 включен через выходной трансформатор $Тр_3$ динамик. Сопротивление R_7, шунтированное конденсатором C_{22}, через сопротивление R_{11} и конденсатор C_{26} присоединено к выходной обмотке динамика, благодаря чему создает-



Фиг. 139. Схема включения угольного микрофона.

Фиг. 140. Схема включения адаптера.

ся отрицательная обратная связь на сетку лампы 6Г7, которая уменьшает вносимые приемником искажения и фон переменного тока. Регулировка тона—по принципу введения отрицательной обратной связи на высоких звуковых частотах—осуществляется подачей части напряжения звуковой частоты с анода на сетку лампы 6Ф6. Преимущественное ослабление высоких звуковых частот обуславливается малой емкостью конденсатора C_{29} (250 *пкф*). Конденсатор C_{30} обеспечивает постоянную коррекцию частотной характеристики, вызывая ослабленное звучание на высших звуковых частотах.

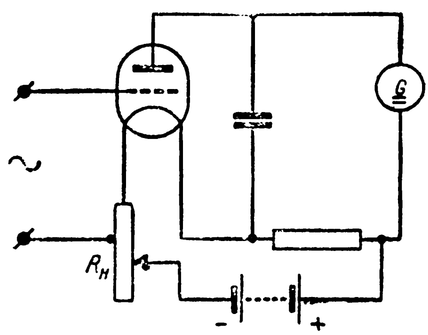
Работа системы АРГ происходит следующим образом. Колебания промежуточной части с зажимов вторичного контура $Тр_2$ подаются через конденсатор C_{27} на правый анод диодной части 6Г7. Выпрямленный ток через сопротивление R_{13} и систему сопротивлений R_{15}, R_{16} и R_{17} попадает на катод лампы. На зажимах R_{13} появляется выпрямленное напряжение, которое через фильтр R_1 C_{17} подается на управляющие сетки ламп 6А8 и 6К7. Необходимо отметить, что на анод правого диода подается отрицательное смещение с сопротивлений R_{15} и R_{16} , поэтому в цепи диода выпрямленный ток появляется только тогда, когда усиленные колебания принимаемой радиостанции начинают превышать величину отрицательного смещения (почему такая система АРГ называется «задержанной»). В то же время система АРГ не мешает усилению колебаний самых слабых радиостанций.

Выпрямитель работает по двухполупериодной схеме на лампе 5Ц4. В качестве дросселя фильтра используется обмотка подмагничивания динамика.

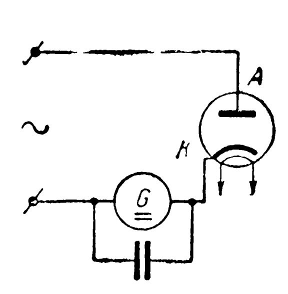
Схема включения микрофона. Как мы указывали выше, типов микрофонов имеется несколько. Рассмотрим схему включения только угольного микрофона (фиг. 139). Микрофон *М* включен в цепь первичной обмотки трансформатора *Тр* и батареи $Б_м$. Звуковые волны, падая на мембрану микрофона, изменяют его внутреннее сопротивление, соответственно с чем меняется и сила тока в цепи микрофона. Эти колебания тока трансформируются и подаются на сетку—нить электронной лампы. Величина напряжения батареи $Б_м$ зависит от типа угольного микрофона; например, в телефонных аппаратах типа *МБ* напряжение батареи составляет 3 *в*.

Схема включения адаптера. На фиг. 140 дана схема включения адаптера, позволяющая регулировать громкость воспроизведения. Если цепь адаптера почему-либо удлиняется, то ее следует проводить бронированным кабелем и оболочку заземлять, в противном случае будет прослушиваться фон переменного тока и всевозможные «накладки» (трансляции и т. п.).

Ламповый вольтметр. Для измерения напряжения, особенно высокой частоты, применяется ламповый вольтметр, представляющий комбинацию электронной лампы с чувствительным гальванометром. Одна из схем лампового вольтметра приведена на фиг. 141. Лампа находится в детекторном режиме. Чем больше входное сопротивление лампового вольтметра (т. е. чем меньше его входная емкость и больше его сопротивление), тем выше его качества. На прирост среднего значения анодного тока реагирует гальванометр, зашунтированный емкостью для разгрузки обмотки гальванометра от токов высокой частоты. Перед измерением гальванометр уста-



Фиг. 141. Схема лампового вольтметра с трехэлектродной лампой.



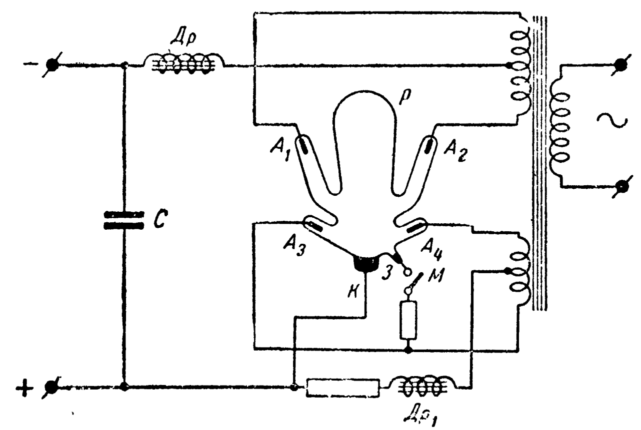
Фиг. 142. Схема диодного вольтметра.

навливается на нуль вращением ручки реостата накала $R_н$. При этом вход вольтметра должен быть замкнут. Гальванометр может быть прямо отградуирован непосредственно на вольты подводимого напряжения.

На фиг. 142 приведена схема диодного вольтметра, входное сопротивление которого меньше, чем у вольтметра фиг. 141, т. е. он нагружает источник, напряжение которого измеряется.

Если между точками, на которых должно быть измерено переменное напряжение, имеется еще и постоянное напряжение, то на вход вольтметра включается конденсатор, шунтируемый на катод сопротивлением. В этом случае вольтметр измеряет падение напряжения высокой частоты на входном сопротивлении.

Схема включения ртутного выпрямителя. Схема включения ртутного выпрямителя приведена на фиг. 143. Двухполупериодное выпрямление осуществляется колбой *P*, имеющей аноды A_1 и A_2 и катод *К*. Катодом служит раскаленное место на поверхности заключенной в колбе ртути, которое получается вследствие возникновения вольтовой дуги, образующейся после замыкания ключа *М* и покачивания колбы. При наклоне колбы ртуть, находящаяся в нижнем отверстии, замыкает цепь между катодом и вспомогательным электродом *З*. При обратном движении колбы эта цепь разрывается и возникает вольтова дуга. Таким образом, аноды A_3 и A_4 и питающий их трансформатор играют вспомогательную роль—



Фиг. 143. Схема двухполупериодного ртутного выпрямителя.

они служат для зажигания выпрямителя. Дроссель *Др* и конденсатор *С* фильтруют пульсирующий ток. Следует отметить, что конденсаторы никогда не ставятся до дросселя как в ртутных, так и в газотронных и тиратронных выпрямителях.

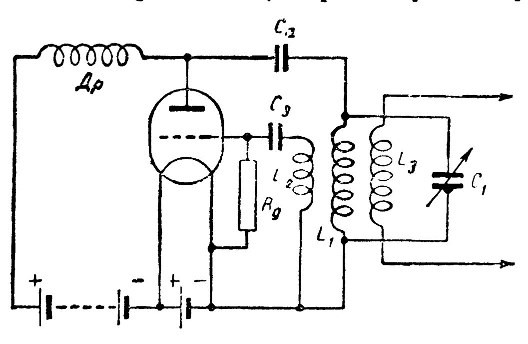
Включение элементов электрических цепей. В электрических и радиосхемах соединяется много различных приборов, деталей и т. п. Все эти соединения подразделяются на следующие три основные группы: а) последовательные, б) параллельные соединения и в) смешанные соединения. Вообще тип соединения определяется относительно определенных точек, к которым подключен элемент схемы, рассматриваемый в данный момент в качестве питающего схему источника энергии.

а) Последовательное соединение. Характерной особенностью последовательного соединения является общий для всей цепи ток, проходящий последовательно через все включенные детали. Примером последовательного соединения может служить цепь микрофона (фиг. 139), включение в цепь амперметра (фиг. 73).

б) Параллельное соединение. Параллельное соединение характерно тем, что общий для всей цепи ток разветвляется в отдельные соединенные между собой параллельно элементы (ветви). В каждом ответвлении проходит только часть общего тока. Примером параллельного включения может служить включение нитей ламп приемника (фиг. 113, 137 и т. п.), включение вольтметра (фиг. 76).

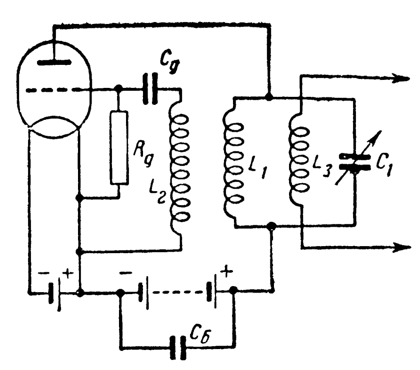
в) В смешанном соединении сочетаются последовательное и параллельное соединения.

Схемы радиогенераторов и радиопередатчиков. Ламповый передатчик должен содержать генератор с самовозбуждением, задачей которого является создание колебаний заданной частоты. Частота колебаний должна изменяться в возможно малых пределах при изменении режима питания лампы, при изменении температу-



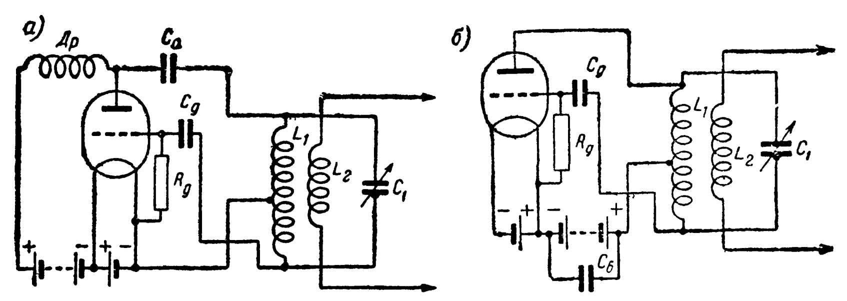
Фиг. 144. Генератор с самовозбуждением (параллельное питание).

ры или влажности окружающей среды или при изменении нагрузки генератора. С этой целью ламповые генераторы с самовозбуждением стабилизуются кварцем, включением добавочных сопротивлений (параметрическая стабилизация) и помещением всего генератора в термостат. Однако, той мощности, которую может дать стабилизованный генератор с самовозбуждением, бывает обычно недостаточно и колебания этого генератора необходимо при помощи мощных ламп усиливать. В этих случаях генератор с самовозбуждением принято называть задающим генератором.

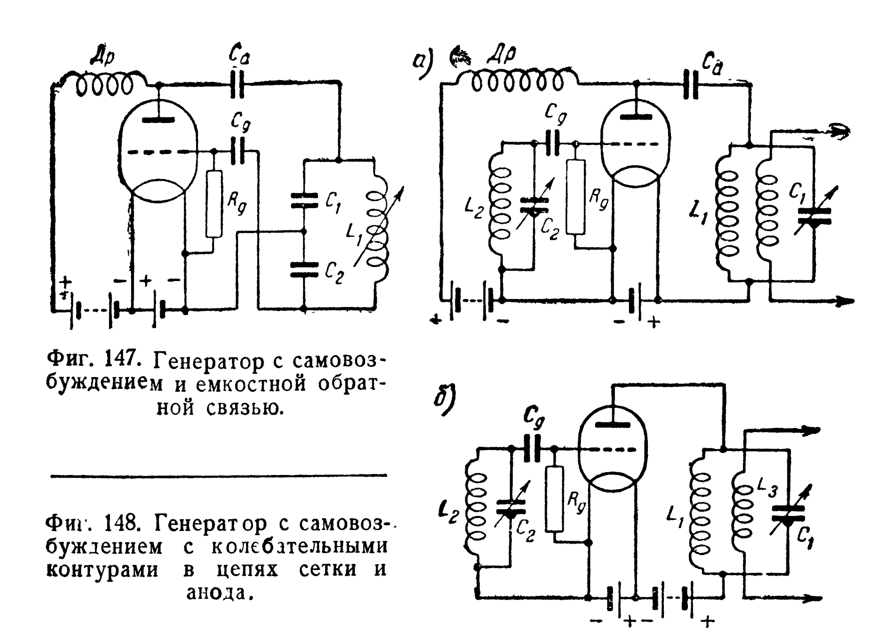


Фиг. 145. Генератор с самовозбуждением (последовательное питание).

На фиг. 144 и 145 приведены схемы лампового генератора с самовозбуждением, характерной чертой которых является то, что обратная связь (которой обуславливается самовозбуждение) осуществляется с помощью катушки обратной связи L_2, включенной в цепь сетки. Катушка L_3 связана индуктивно с катушкой L_1, которая вместе с конденсатором C_1 составляет колебательный контур. Сопротивление R_g и емкость C_g образуют гридлик, с помощью которого можно обеспечить наиболее выгодный режим работы генератора. Частота генератора определяется настройкой колебательного контура L_1C_1. Колебательный контур может быть включен



Фиг. 146. Генератор с самовозбуждением по трехточечной схеме.
а) параллельное питание; б) последовательное питание.



Фиг. 147. Генератор с самовозбуждением и емкостной обратной связью.

Фиг. 148. Генератор с самовозбуждением с колебательными контурами в цепях сетки и анода.

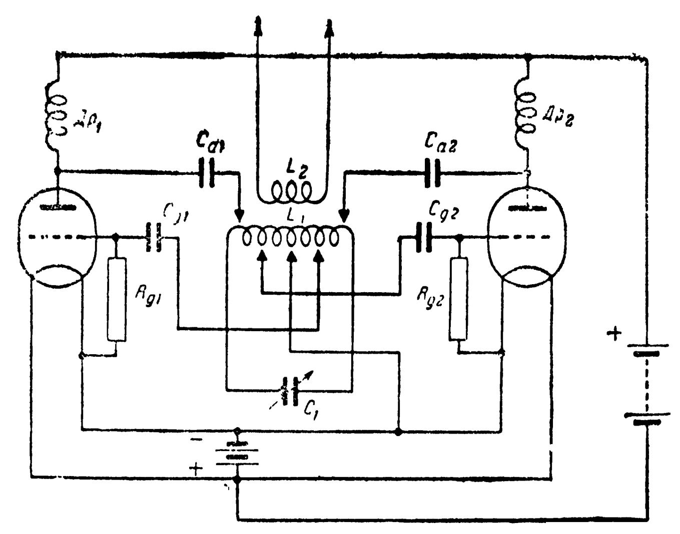
в цепь анода двумя способами. На фиг. 144 он включен так, что высокое постоянное напряжение не попадает в контур, и постоянная составляющая анодного тока не проходит через катушку контура. Постоянное напряжение к аноду лампы подводится через дроссель высокой частоты *Др*, который препятствует короткому замыканию между анодом и катодом токов высокой частоты. Эта схема называется схемой параллельного питания. Название обусловлено тем, что цепь постоянного анодного напряжения приключена к лампе параллельно цепи, в которую входит контур L_1C_1 и конденсатор C_a.

На фиг. 145 приведена та же схема, но с последовательным питанием.

Колебательный контур здесь находится под высоким напряжением батареи анода и через катушку контура проходит постоянная составляющая анодного тока. Конденсатор $C_б$ шунтирует батарею анода для токов высокой частоты.

В обеих схемах энергия высокой частоты отбирается с помощью катушки L_3, связанной индуктивно с катушкой L_1.

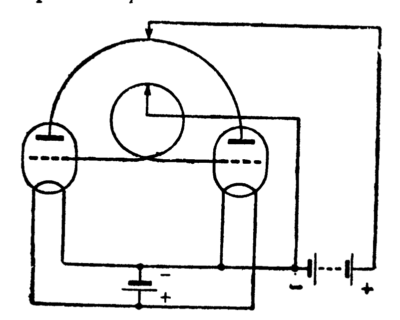
На фиг. 146 приведены так называемые трехточечные схемы лампового генератора с самовозбуждением. На фиг. 146,*а* дан вариант параллельного питания, а на фиг. 146,*б*—после-



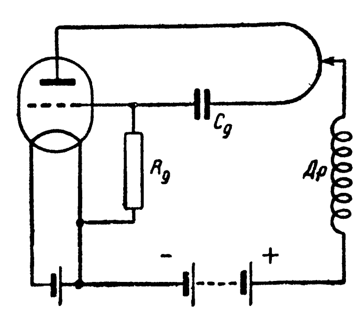
Фиг. 149. Трехточечный пушпул.

довательного питания. Обратная связь осуществляется с помощью общей для цепей сетки и анода части витков катушки L_1, расположенных между катодом и конденсатором C_g. В варианте последовательного питания конденсатор C_g кроме выполнения роли гридлика защищает сетку лампы от высокого напряжения батареи анода.

На фиг. 147 приведена схема лампового генератора, в которой обратная связь осуществляется с помощью конденса-

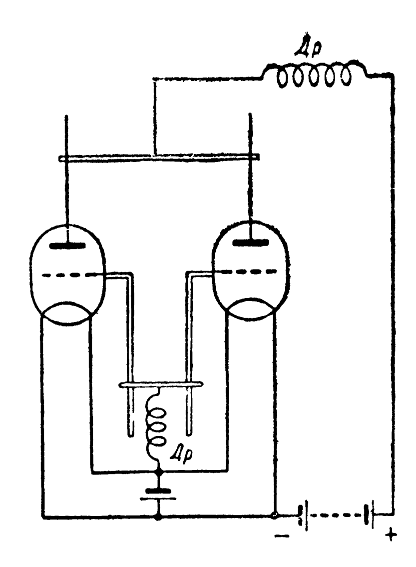


Фиг. 150. Схема простейшего генератора УКВ.



Фиг. 151. Генератор УКВ с емкостной обратной связью (роль конденсаторов выполняют внутриэлектродные емкости лампы).

тора C_2, подающего на сетку часть напряжения высокой частоты от колебательного контура. Частота генератора изменяется изменением индуктивности контура (L_1).



Фиг. 152. Генератор УКВ по схеме фиг. 148.

На фиг. 148 приведены схемы лампового генератора, которые отличаются тем, что в них имеется по два колебательных контура — один в цепи сетки, другой — в цепи анода. Как в схеме параллельного питания (фиг. 148,*а*), так и в схеме последовательного питания (фиг. 148,*б*) обратная связь осуществляется через внутриэлектродную емкость C_{ag} (внутриламповая емкость между анодом и сеткой). Контуры L_1C_1 и L_2 C_2 настраиваются на близкие между собой частоты.

На фиг. 149 приведена трехточечная схема «пушпул», нашедшая широкое применение в качестве схемы простейшего передатчика на коротких волнах.

На фиг. 150 приведена простойшая схема ультракоротковолнового генератора, в котором обратная связь осуществляется через индуктивную связь анодной и сеточной катушек (каждая катушка состоит из одного витка или даже полувитка).

На фиг. 151 приведена схема ультракоротковолнового генератора, в которой обратная связь осуществляется так же, как и в схеме фиг. 147.

На фиг. 152 приведена двухтактная схема генератора УКВ, в котором обратная связь осуществляется по схеме фиг. 148.

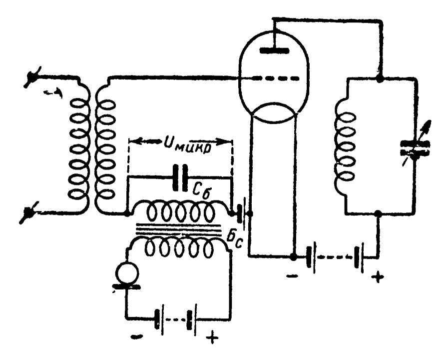
В этих схемах фиг. 150—152 индуктивность и емкость контуров состоит из индуктивности проводов и суммарной емкости, образованной емкостью монтажа и междуэлектродной емкости лампы.

Современный передатчик почти всегда состоит из нескольких каскадов. Первым каскадом является задающий генератор, выполненный по одной из схем, приведенных выше. От

колебательного контура задающего генератора напряжение подается на следующий каскад, которым может быть либо непосредственно мощный усилитель, нагруженный на антенну, либо так называемый «буферный каскад», либо «умножитель частоты».

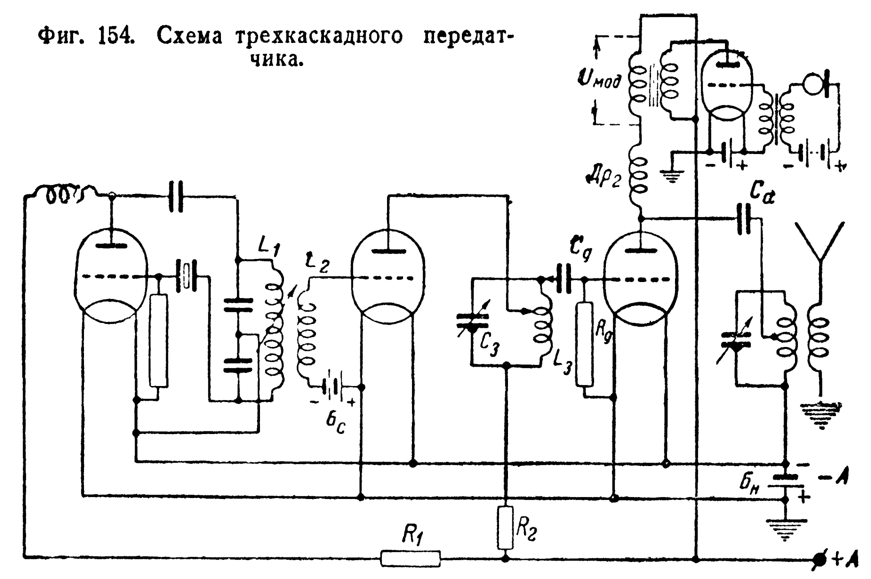
Буферный каскад служит для того, чтобы уменьшить обратное влияние на задающий генератор усиливающего мощность каскада, а следовательно, и влияние колебаний нагрузки на частоту передатчика. Цепь сетки буферного каскада связана с колебательным контуром задающего генератора. В анодной цепи этого каскада включен колебательный контур, настроенный на частоту задающего генератора. От этого колебательного контура напряжение подается на следующий мощный каскад.

Умножитель частоты является, по существу, каскадом усиления колебаний, создаваемых задающим генератором. Однако, режим лампы, работающей в умножителе, подбирается за счет подачи на ее сетку большого отрицательного смещения—такого, что в импульсах ее анодного тока появляются резко выраженные те или иные гармоники основной частоты f ($2f$, $3f$ и т. д.). Если контур в цепи анода умножителя настроен, например, на $2f$, то умножитель удваивает частоту и называется удвоителем. Если этот контур настраивается на частоту $3f$, то умножитель утраивает частоту и называется утроителем. Следует отметить,что для удвоения, утроения и т. д. существует свой оптимальный режим лампы (величина смещения и т. п.), при котором гармоника данной частоты имеет наибольшее значение, т. е. к. п. д. при умножении будет наибольшим. Умножение частоты очень выгодно при коротких волнах, где стабилизация колебаний в задающем генераторе осуществляется тем легче, чем длиннее волна (меньше частота). Обратное влияние мощных каскадов на задающий генератор также меньше при наличии умножения частоты.



Фиг. 153. Схема модуляции на сетку.

Модуляция, которую можно представлять себе как управление мощностью передатчика в соответствии



Фиг. 154. Схема трехкаскадного передатчика.

с получаемым от микрофона модулирующим напряжением, осуществляется обычно в одном из последних каскадов передатчика. Усилитель мощности можно поставить в такой режим (подбором величины нагрузки, величины анодного напряжения, смещения на сетке), когда мощность колебаний высокой частоты в его анодной цепи будет зависеть от величины анодного напряжения или напряжения на сетке (смещения). Если в таком режиме изменять анодное напряжение (или смещение) в соответствии с напряжением модуляции (при помощи усиленных микрофонных токов), то управление мощностью высокой частоты будет осуществлено, т. е. будет налицо модуляция. Желательно, чтобы модулируемый каскад не был непосредственно связан с задающим генератором, так как изменение режима в первом будет влиять на частоту последнего.

На фиг. 153 приведена схема модуляции изменением смещения в цепи сетки («модуляция на сетку»). Здесь смещение на сетке составляется из постоянного смещения (батарея $Б_с$) и напряжения $U_{микр}$, создаваемого вторичной обмоткой микрофонного трансформатора. Конденсатор $C_б$ открывает путь токам высокой частоты.

Модуляция на анод осуществлена в схеме передатчика, приведенной на фиг. 154. Этот трехкаскадный передат-

чик, в котором первым каскадом является задающий генератор (схема фиг. 147—параллельное питание) со стабилизацией кристаллом кварца. Второй каскад служит для удвоения частоты; он связан с задающим генератором катушкой L_2, индуктивно связанной с катушкой контура L_1 (сделанной в виде вариометра и потому позволяющей изменять частоту задающего генератора при наличии соответствующего кварца). Анод лампы второго каскада нагружен на контур L_3C_3, настроенный на удвоенную частоту. Цепь сетки последнего каскада, являющегося одновременно и мощным усилителем и модуляторным каскадом, связана с удвоителем конденсатором C_g. Анодное напряжение последнего каскада составляется из напряжения анодной батареи и напряжения модулирующих колебаний низкой частоты $U_{мод}$, полученных усилением токов микрофона M. Так как режим последнего каскада выбран так, что мощность высокой частоты в последнем контуре зависит от анодного напряжения, то осуществляется «модуляция на анод». Дроссель $Др_2$ не позволяет токам высокой частоты замкнуться через цепь анодного питания. В антенне, связанной с последним контуром, возбуждаются модулированные токи высокой частоты.

Сопротивления R_1 и R_2 (в схеме пропущен конденсатор, шунтирующий ротор C_3 на землю) служат для подбора напряжений на аноды ламп задающего и удвоительного каскадов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой книге вы познакомились с радиотехническими обозначениями и сделали первые шаги по пути изучения радиосхем. Умение хорошо разбираться в радиосхемах дается лишь в результате длительной тренировки. Рекомендуется не только читать готовые радиосхемы, но и составлять их самим. Ничто не может так способствовать закреплению первоначальных знаний и их расширению, как самостоятельная работа по составлению радиосхем. Начинайте с детекторного радиоприемника и заканчивайте многоламповым супергетеродином. Но ошибочно было бы думать, что изучение радиосхем по книге может дать всесторонние знания и сделать вас знатоками радиодела. Знать радиосхему по-настоящему—это значит не только уметь ее разбирать и понимать назначение радиодеталей, но и уметь по схеме смонтировать и нала-

дить радиоаппарат, будь то приемник, усилитель или передатчик. По этому второму пути радиолюбитель пойдет твердыми шагами, если будет настойчиво работать над своими знаниями, сочетая специфическую любознательность любителя с требованиями взыскательного радиослушателя или снайпера эфира. Руководство для своей деятельности начинающий радиолюбитель найдет в последующих изданиях радиобиблиотеки.

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ПРИЕМНИКОВ ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

Приемники прямого усиления могут состоять не более чем из трех частей: каскад усиления высокой частоты, детекторный каскад и каскад усиления низкой (звуковой) частоты. Условный код приемника такого типа: I-V-I.

Детекторный каскад в приемнике прямого усиления может быть только один, он всегда обозначается буквой V. Если в приемнике нет каскадов усиления высокой и низкой частоты и он состоит, следовательно, из одного детекторного каскада, то перед буквой V и после нее ставятся нули. Следовательно, приемник, состоящий из одной детекторной лампы, условно обозначается как 0-V-0.

Если в приемнике есть каскады усиления высокой или низкой частоты, то в соответствии с их числом до или после буквы ставятся соответствующие цифры. Например, если в приемнике кроме детекторного каскада есть один каскад усиления низкой частоты, но нет каскадов усиления высокой частоты, то приемник будет именоваться приемником типа 0-V-1. Если бы в приемнике было два каскада усиления низкой частоты, то он назывался бы 0-V-2. При добавлении каскада усиления высокой частоты он превратится в 1-V-2 и пр.

МАРКИ ПРОВОДОВ

Наименования марок проводов расшифровываются следующим образом:

Буква	П	обозначает	провод
„	Э	„	эмалированной изоляции
„	Ш	„	шелковой »
„	Б	„	бумажной »
„	О	„	одинарная оплетка
„	Д	„	двойная »

Таким образом, марка ПЭШО означает: провод эмалированный с одинарной шелковой оплеткой; марка ПБД означает: провод с двойной бумажной оплеткой.

Диаметр проводов выражается в миллиметрах. Например, марка ПБО 0,15 означает: провод с одинарной бумажной оплеткой диаметром 0,15 *мм*. Диаметр относится к медной жиле, но не ко всему проводу вместе с изоляцией.

Для определения диаметра провода проще всего поступить так. Проволока наматывается на круглую палочку на длину в 1—2 *см* и затем подсчитывается число намотанных витков. После этого длина намотки измеряется миллиметровой линейкой и эта длина, выраженная в миллиметрах, делится на число уложившихся на этой длине витков. В результате получается диаметр провода.

ПРИСТАВКИ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ КРАТНЫХ И ДРОБНЫХ ЕДИНИЦ

В настоящее время применяется следующая система приставок, обозначающих отношение к основной единице:

Соотношение с основной единицей	Обозначение		Наименование
	латинское	русское	
10^6 (в миллион раз больше)	M	*мг*	мега
10^3 (в тысячу раз больше)	k	*к*	кило
10^2 (в сто раз больше)	h	*г*	гекто
10^1 (в десять раз больше)	D	*дк*	дека
10^{-1} (в десять раз меньше)	d	*дц*	деци
10^{-2} (в сто раз меньше)	c	*с*	санти
10^{-3} (в тысячу раз меньше)	m	*м*	милли
10^{-6} (в миллион раз меньше)	μ	*мк*	микро
10^{-12} (в триллион раз меньше)	P	*пк*	пико
Кроме того, применяются:			
10^{-9} (в биллион раз меньше)	mμ	*ммк*	миллимикро
10^{-12} (в триллион раз меньше)	μμ	*мкмк*	микромикро

Примеры: km = *км* = километр = 10^3 *м*; mμA = *ммка* = миллимикроампер = 10^{-9} *а*; MΩ = *мгом* = мгΩ = *мгом* = 10^6 *ом*; μμF = *мкмкф* = микромикрофарада = 10^{-12} *ф*; pF = *пкф* = пикофарада = 10^{-12} *ф*.

Варианты обозначений (символов), встречающихся в радиолитературе
Сопротивления в радиоцепях

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
1		Постоянное сопротивление любого рода	Третий вариант не рекомендуется. Над или под символом ставится обозначение, раскрывающее смысл символа (R, X_L, X_C, Z)
2		Переменное сопротивление любого рода	Третий вариант не рекомендуется. Над или под символом ставится обозначение, раскрывающее смысл символа (R, X_L, X_C, Z)
3		Сопротивление с ответвлением	Третий вариант не рекомендуется
4		Потенциометр (с движком)	Третий вариант не рекомендуется
5		Конденсатор постоянной емкости	
6		Конденсатор переменной емкости	Точкой обозначается подвижная система
7		Дифференциальный конденсатор	Второй вариант не рекомендуется
8		Конденсатор полупеременной емкости, подстроечный конденсатор, триммер	Стрелкой обозначается подвижная система
9		Конденсаторный агрегат, блок	
10	+ −	Электролитический конденсатор	Второй вариант не рекомендуется

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
11		Катушка индуктивности (постоянной)	
12		Катушка плавно изменяемой индуктивности, вариометр	Второй вариант не рекомендуется
13		Катушка индуктивности с отводами	
14		Катушка индуктивности с движком (щипком)	
15		Трансформатор высокой частоты, индуктивная связь, взаимоиндуктивность	
16		Трансформатор высокой частоты с переменной связью, переменная индуктивная связь, переменная взаимоиндуктивность	Второй вариант не рекомендуется
17		Дроссель низкой частоты Сердечник из наборного железа	Второй вариант не рекомендуется
18		Дроссель низкой частоты с отводами Сердечник из наборного железа	Второй вариант не рекомендуется
19		Дроссель низкой частоты с выдвижным сердечником	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
20		Трансформатор низкой частоты	
21	1 2 3 2 1 3	Трансформатор низкой частоты с несколькими обмотками	Оба варианта равноценны, выбор определяется удобством изображения. Номера обмоток отмечаются арабскими цифрами
22		Катушка индуктивности с выдвижным сердечником из высокочастотного железа	Второй вариант не рекомендуется
23		Трансформатор с сердечником из высокочастотного железа	
24		Трансформатор с выдвижным сердечником из высокочастотного железа	
25	L R C	Параллельный резонансный контур с переменным конденсатором	

Варианты обозначений (символов), встречающихся в радиолитературе

Общие обозначения

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
1		Антенна	Последние три варианта не рекомендуются
2	а) б)	Симметричный вибратор, диполь	а) Вертикальный б) Горизонтальный
3	а) б)	Сложная система антенн	а) Горизонтальное расположение диполей б) Вертикальное расположение диполей
4		Рамочная антенна	Последние два варианта не рекомендуются
5		Ромбическая антенна	
6		Заземление	Второй вариант не рекомендуется
7		Присоединение к шасси (массе)	
8		Экран с заземлением	
9		Экран, присоединенный к шасси	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
10		Экранированный провод с заземлением или подсоединенной к шасси оболочкой	
11		Вывод из экрана	
12	а) б)	а) Соединение и б) ответвление проводов	
13		Перекрещивание проводов без электрического соединения	Второй вариант не рекомендуется
14		Зажим или контакт в принципиальных схемах	
15		Зажим, которому соответствует реальный зажим (напр., у прибора)	
16		Гнездо	
17	+ −	Гальванический элемент, аккумулятор	
18	+ −	Батарея гальванических элементов или аккумуляторов	
19		Электрическая машина постоянного тока	Надписи - под или над символом
20		Электрическая машина переменного напряжения любой частоты	Второй вариант не рекомендуется. Надписи - под или над символом
21		Зуммер	Второй вариант не рекомендуется
22	=	Напряжение постоянного тока	
23	∼ ≈	Напряжение переменного тока любой частоты	Второй вариант не рекомендуется

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
24	– + • – • +	Полярность на диаграммах – только односторонними стрелками. Полярность в схемах – либо односторонней стрелкой либо + и –	
25		Переменное напряжение на схемах указывается двунаправленной стрелкой	
26		Микрофон	Два последние варианта не рекомендуются
27		Телефон	Второй вариант не рекомендуется
28		Контактный выпрямитель, кристаллический детектор	Второй вариант не рекомендуется
29		Любой электрический вентиль (выпрямитель)	Второй вариант не рекомендуется
30		Громкоговоритель (общее обозначение)	Второй вариант не рекомендуется
31		Электродинамический громкоговоритель с постоянным магнитом	
32		Электродинамический громкоговоритель с подмагничиванием	Второй вариант не рекомендуется
33	A	Адаптер	Второй вариант не рекомендуется
34	P	Рекордер	
35		Пьезоэлемент	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
36		Кварцевый резонатор	Второй вариант не рекомендуется
37		Выключатель	Второй вариант не рекомендуется
38		Контактный переключатель	
39		Переключатель на плате	
40		Переключатель на два направления	Второй вариант не рекомендуется
41		Однополюсный выключатель	
42		Джек	Второй вариант не рекомендуется
43		Телеграфный ключ (ключ Морзе)	Второй вариант не рекомендуется
44		Перемычка	
45		Электронно-лучевая трубка	
46		Разрядник (общее обозначение)	Второй вариант не рекомендуется
47		Плавкий предохранитель	Второй вариант не рекомендуется
48		Лампочка электрическая	
49		Электрический звонок	

Измерительные приборы

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
1		Прибор постоянного тока	В середине символа ставятся соответствующие буквы: A - амперметр mA - миллиамперметр μA - микроамперметр V - вольтметр mV - милливольтметр кV - киловольтметр G - гальванометр Ω - омметр MΩ - мегометр и т.п
2		Прибор переменного тока	В середине символа ставятся соответствующие буквы (A, mA, μA, V и т. д.)
3		Термопара	Второй вариант не рекомендуется
4		Измеритель мощности, фазометр, счетчик	В середине ставятся буквы W - ваттметр кW - киловаттметр φ - фазометр кWh - киловаттчасы
5			Остальные измерительные приборы обозначаются прямоугольником с указанием на нем либо буквенного обозначения измеряемой величины например, KF (клирфактормессер) либо постановкой одной-двух букв, взятых из названия прибора, например, ЛВ (ламповый вольтметр)

Основные типы ламп

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
1	А — Анод; G — Сетка; Катод прямого накала (−F +F); Катод косвенного накала (подогревный) (K F F)	Основные электроды	
2		Стеклянный баллон без внешней металлизации	Оба обозначения равноценны. Выбор определяется удобством изображения
3		Стеклянный баллон с внешней металлизацией или металлический баллон	Оба обозначения равноценны. Выбор определяется удобством изображения
4		То же, что и (3), но с внутренним электростатическим экраном	Оба обозначения равноценны. Выбор определяется удобством изображения
5		Стеклянный баллон в отдельном экране	
6	A; K F F	Диод	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
7	A, G, K, F, F	Триод	Встречающиеся в схемах обозначения сеток зигзагобразной или волнистой линией не рекомендуются
8	A, G_2, G_1, K, F, F	Тетрод	
9	A, G_3, G_2, G_1, K, F, F	Пентод	
10	A, G_4, G_3, G_2, G_1, K, F, F	Гексод	
11	A, G_5, G_4, G_3, G_2, G_1, K, F, F	Гептод	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
12		Октод	
13		Двойной диод	
14		Двойной диод с раздельными катодами	
15		Двойной триод	
16		Тетрод с катодной сеткой	
17		Лучевой тетрод	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
18		Пентод косвенного накала	Антидинатронная сетка соединена с катодом внутри лампы
19		Пентод прямого накала	Антидинатронная сетка соединена с катодом внутри лампы
20		Двойной пентод	
21		Гептод-преобразователь (пентагрид)	
22		Вариант гептода-преобразователя	
23		Гептод-смеситель	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
24		Октод косвенного накала	
25		Октод прямого накала	
26		Простой индикатор	
27		Сложный индикатор	
28		Диод-триод	
29		Двойной диод-триод	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
30	A, G_3, G_1, G_2, D_1, D_2, K, F, F	Двойной диод-пентод	
31	A, G_3, G_1, G_2, D, −F, +F	Диод-пентод (только с катодом прямого накала)	
32	A_T, A_{tet}, G_T, G_2, G_1, K, F, F	Триод-тетрод	Тетрод обычно лучевой
33	A_T, A_P, G_T, G_2, G_1, K, F, F	Триод-пентод	
34	A_H, A_T, G_2+G_4, G_1, G_T+G_3, K, F, F	Триод-гексод	
35	A_H, A_T, G_5, G_2+G_4, G_3, G_1, G_T, K, F, F	Триод-гептод	В редких случаях G_T и G_3 соединяются внутри лампы

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
36	A L G G_L K F F	Триод вместе с индикатором	
37	A_p L G_3 G_2 G_1 K F F	Пентод вместе с индикатором	
38	2 5 1 3 4	Экранированная лампа с пятиштырьковым цоколем	Подобным же образом изображаются все остальные лампы с таким цоколем
39	4 5 3 6 2 7 1 8	Пентод с октальным цоколем	Подобным же образом изображаются все остальные лампы с таким цоколем
40	2 1 3 4	Триод с четырехштырьковым цоколем	Так же изображаются остальные лампы с таким цоколем
41	2 3 1 4 5	Подогревный триод типа „ жолудь "	Так же изображаются остальные лампы типа „ жолудь"

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
42	A, F, F	Одноанодный кенотрон прямого накала	
43	A, K, F, F	Одноанодный кенотрон косвенного накала	
44	A_1, A_2, F, F	Двуханодный кенотрон прямого накала	
45	A_1, A_2, K, F, F	Двуханодный кенотрон косвенного накала	
46	A_1, A_2, K_1, F, F, K_2	Двуханодный кенотрон с раздельными катодами	
47		Баретер	
48		Неоновая лампа	Второй вариант не рекомендуется
49		Фотоэлемент вакуумный	

№ п/п	Символ	Значение	Примечание
50		Фотоэлемент газонаполненный	
51		Газотрон	
52		Тиратрон	
53		Газонаполненный разрядник	
54		Магнетрон	
55	30 1000	Ртутный выпрямитель	Второй вариант не рекомендуется Число линий - число фаз Цифра вверху - мощность (квт) Цифра внизу - выпрямленное напряжение (в)
56		Газовый стабилизатор	

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
23	Фиг. 42	Обозначение сопротивления и внешний вид конденсатора постоянной емкости	Обозначение и внешний вид конденсатора постоянной емкости
31	1 и 2 снизу	амперметра	ампера

Герасимов — Как читать радиосхемы

Цена 4 руб. 50 коп.